



Zestaw narzędzi dla obszarów przemysłowych, aby stały się inteligentne i neutralne dla klimatu





Streszczenie

Niniejszy raport przedstawia kompleksowy zestaw narzędzi mających na celu ułatwienie certyfikacji obszarów przemysłowych jako „zielonych obszarów przemysłowych”. Zestaw narzędzi zawiera szereg innowacyjnych technologii i najlepszych praktyk mających na celu poprawę zrównoważonego rozwoju, efektywności wykorzystania zasobów i zgodności z przepisami dotyczącymi ochrony środowiska w strefach przemysłowych. Dzięki integracji tych rozwiązań przemysł może usprawnić przejście na bardziej ekologiczne działania, zmniejszyć wpływ na środowisko i dostosować się do globalnych standardów zrównoważonego rozwoju.

Zestaw narzędzi obejmuje kluczowe rozwiązania technologiczne, w tym integrację energii odnawialnej, podejście oparte na gospodarce o obiegu zamkniętym, inteligentne zarządzanie zasobami oraz cyfrowe systemy monitorowania. Technologie te umożliwiają Państwu optymalizację zużycia energii, minimalizację ilości odpadów i poprawę ogólnej wydajności środowiskowej. Ponadto w raporcie przedstawiono ramy certyfikacji, wymogi regulacyjne i praktyczne strategie wdrażania, które mają pomóc Państwu w uzyskaniu certyfikatu ekologicznego.

Kluczową cechą zestawu narzędzi jest jego możliwość dostosowania do różnych sektorów przemysłowych, dzięki czemu przedsiębiorstwa mogą dostosować środki zrównoważonego rozwoju do Państwa konkretnych potrzeb. Studia przypadków i przykłady najlepszych praktyk ilustrują udane wdrożenia, pokazując namacalne korzyści wynikające z przyjęcia ekologicznych strategii przemysłowych.

Streszczenie	3
Wprowadzenie do zestawu narzędzi	6
Instrukcja obsługi zestawu narzędzi ekologicznych dla obszarów przemysłowych w regionie Morza Bałtyckiego	6
Część 1 – Energia	8
1.1 Ciepłownictwo i chłodnictwo	9
1.1.1. Ciepłownictwo i chłodnictwo lokalne	10
1.1.2. Ciepłownictwo komunalne z wykorzystaniem pomp ciepła	10
1.1.3. Niskotemperaturowe ogrzewanie miejskie (LTDH)	11
1.1.4. Odzysk ciepła z chłodzenia miejskiego	13
1.2 Technologie pomp ciepła	15
1.2.1. Odzysk ciepła odpadowego	16
1.2.2. Odzysk ciepła ze ścieków	18
1.2.3. Pompa ciepła absorpcyjna	19
1.2.4. Pompa ciepła powietrze/woda	21
1.2.5. Geotermalne pompy ciepła	22
1.3 Energia słoneczna	23
1.3.1. Ogniwa fotowoltaiczne (PV)	24
1.3.2. Energia słoneczna termiczna	25
1.3.3. Hybrydowe ogniwa fotowoltaiczno-termiczne (PVT)	27
1.3.4. Technologie fotowoltaiczne, słoneczne i pompy ciepła z systemami zarządzania energią	28
1.3.5. Fotowoltaika, agrowoltaika	29
1.4. Energia wiatrowa	30
1.4.1. Hybrydy energii słonecznej i wiatrowej	31
1.4.2. Turbiny wiatrowe o osi pionowej (VAWT)	32
1.5. Gazyfikacja i fermentacja	33
1.5.1. Gazyfikacja	34
1.5.2. Bioetanol – druga generacja	35
1.5.3. Biometan – druga generacja	37
1.5.4. Biogaz – druga generacja	40
1.5.5. Fermentacja beztlenowa/fermentacja	43
1.6. Technologie wodorowe	45
1.6.1. Ogniwa paliwowe	46

1.7. Magazynowanie energii	49
1.7.1. System magazynowania energii w bateriach (BESS)	50
1.7.2. Baterie piaskowe (magazynowanie energii cieplnej)	51
1.7.3. Inteligentne magazynowanie energii	52
1.7.4. Magazynowanie energii cieplnej (krótkoterminowe)	52
1.8. Zarządzanie energią	54
1.8.1. Systemy zarządzania energią w budynkach	55
Część 2 – Ograniczenie zużycia gruntów	58
2.1. Ograniczenie zużycia gruntów i promowanie różnorodności biologicznej	59
Przykład dobrej praktyki: KAIGU PILOT	60
Część 3 – Zrównoważona mobilność i transport	62
3.1. Zachęty do zrównoważonego dojazdu do pracy	64
3.2. Rozwiązania w zakresie transportu publicznego dla przedsiębiorstw	65
3.3. Cyfrowa platforma dostaw	66
3.4. Automatyczne ładowanie pojazdów elektrycznych	68
Część 4 – Różnorodność biologiczna i gospodarka wodna	70
4.1. Zrównoważone oświetlenie na obszarach przemysłowych	71
4.2. Gospodarka wodna w Kalundborg Symbiosis	72
Część 5 – Współpraca przemysłowa i gospodarka o obiegu zamkniętym	74
5.1. Rozwiązania oparte na obiegu zamkniętym w kompostowaniu i pakowaniu	76
5.2. Rozkład tworzyw sztucznych przez owady	78
5.3. Zielony Ład dla Gospodarki Okrężnej	79
5.4. Symbioza przemysłowa	81
5.5. Wymiana wiedzy	82

Skróty i ich znaczenie

CAPEX:	Nakłady inwestycyjne	ROI:	Zwrot z inwestycji
OPEX:	Wydatki operacyjne	COP:	Współczynnik wydajności
LTDH:	Niskotemperaturowe ogrzewanie miejskie	SCOP:	Sezonowy współczynnik wydajności
PV:	Fotowoltaika	NZEB:	Budynki o niemal zerowej emisji
PVT:	Hybrydowe systemy fotowoltaiczno-termiczne	RCCF:	Regionalna Rada ds. Gospodarki Okrężnej w Finlandii
BESS:	System magazynowania energii w bateriach	EFRR:	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego
VAWT:	Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu	JTF:	Fundusz Sprawiedliwej Transformacji

Wprowadzenie do zestawu narzędzi

Niniejszy zestaw narzędzi został opracowany w oparciu o wcześniej sporządzone kompendium, które gromadzi dotychczasowe doświadczenia z obszarów przemysłowych wokół Morza Bałtyckiego, a także spostrzeżenia zebrane podczas serii wzajemnych ocen z udziałem uczestników projektu i przedsiębiorstw. Celem zestawu narzędzi jest wspieranie ekologicznej transformacji obszarów przemysłowych poprzez przedstawienie konkretnych przykładów technologii, procedur i organizacji lokalnej współpracy.

Obszary przemysłowe stoją przed poważnymi wyzwaniami i możliwościami związanymi z transformacją energetyczną i efektywnością wykorzystania zasobów. Współpraca między przedsiębiorstwami w obrębie obszaru przemysłowego może pomóc w optymalizacji wykorzystania zasobów i zmniejszeniu wpływu na środowisko poprzez dzielenie się energią, materiałami i wiedzą. Zestaw narzędzi zawiera szereg rozwiązań mających na celu zainspirowanie przedsiębiorstw i interesariuszy do wdrażania zrównoważonych inicjatyw.

Podstawą zestawu narzędzi jest zbiór szerokiej gamy przykładów dobrych praktyk, technologii, procedur i modeli współpracy. Zestaw narzędzi należy postrzegać jako dokument dynamiczny, który można na bieżąco dostosowywać i rozszerzać w miarę pojawiania się nowych doświadczeń i rozwiązań.

Aby zapewnić skuteczne wykorzystanie, zestaw narzędzi zawiera również opis jego struktury, zastosowań, ograniczeń i kwestii, które należy wziąć pod uwagę. Celem jest ułatwienie użytkownikom poruszania się po materiałach i identyfikowania rozwiązań najbardziej odpowiednich dla ich konkretnego kontekstu.

Zestaw narzędzi jest przeznaczony jako źródło informacji dla przedsiębiorstw, gmin i innych zainteresowanych stron, które chcą przyczynić się do ekologicznej transformacji obszarów przemysłowych.

Podręcznik użytkownika zielonego zestawu narzędzi dla obszarów przemysłowych w regionie Morza Bałtyckiego

Cel zestawu narzędzi

Niniejszy zestaw narzędzi został opracowany w celu wsparcia obszarów przemysłowych – zwłaszcza tych, na których działają różne gałęzie przemysłu – w promowaniu zrównoważonego rozwoju poprzez inicjatywy ekologiczne. Jego celem jest inspirowanie i udzielanie wskazówek decydom, liderom biznesowym i planistom w zakresie wdrażania skutecznych ekologicznych rozwiązań dostosowanych do lokalnych warunków.

Zestaw narzędzi opiera się na wielu konkretnych przykładach z obszarów przemysłowych regionu Morza Bałtyckiego, w których wdrożono inicjatywy ekologiczne. Przykłady te obejmują szeroki zakres tematów, takich jak efektywne gospodarowanie zasobami, gospodarka o obiegu zamkniętym, energia odnawialna, współpraca i zarządzanie.

Jak korzystać z zestawu narzędzi

Zestaw narzędzi ma formę zbioru narzędzi w postaci przykładów opartych na konkretnych przypadkach. Przykłady te podzielono na pięć części:

- 1. Energia**
- 2. Ograniczenie zużycia gruntów**
- 3. Zrównoważona mobilność i transport**
- 4. Różnorodność biologiczna i gospodarka wodna**
- 5. Współpraca przemysłowa i gospodarka o obiegu zamkniętym**

Każda część zawiera opisy koncepcji i technologii, a także linki do bardziej szczegółowych informacji.

Na początku każdej głównej sekcji (części) znajduje się schemat procesu, który pomaga Państwu w zastosowaniu odpowiedniej części zestawu narzędzi.

Przewodnik krok po kroku

1. Zidentyfikuj potrzeby i możliwości w Państwa regionie

Zacznij od analizy obecnego poziomu zrównoważonego rozwoju w Państwa obszarze przemysłowym i zidentyfikowania potencjalnych obszarów wymagających poprawy. Należy wziąć pod rozwagę formaty współpracy i istniejące zasoby.

2. Sporządź mapę obecnych procesów i wykorzystania zasobów.

- Proszę posortować według tematów (np. gospodarka odpadami, dostawy energii, symbioza itp.).
- Proszę posortować według rodzaju zaangażowanych interesariuszy (publicznych, prywatnych lub partnerstw)
- Proszę posortować według poziomu dojrzałości (projekt pilotażowy, rozwiązanie skalowane, polityka)

3. Zapoznaj się z odpowiednimi przykładami

Proszę wykorzystać studia przypadków jako inspirację, aby zobaczyć, w jaki sposób podobne obszary podchodzą do kwestii zrównoważonego rozwoju. Proszę zwrócić uwagę na to, co się sprawdza i jak można to dostosować do lokalnych warunków.

4. Wybierz i dostosuj narzędzia

Wybierz najbardziej odpowiednie inicjatywy i oceń, w jaki sposób można je dostosować do lokalnych warunków. Zaangażuj lokalnych interesariuszy na wczesnym etapie, aby zapewnić sobie ich poparcie.

5. Zaplanuj wdrożenie

Wykorzystaj studia przypadków jako punkt wyjścia podczas opracowywania opisów projektów. Możesz również poszukać dodatkowych informacji na temat przedstawionych projektów.

6. Oceń i podziel się doświadczeniami

Kontynuuj gromadzenie i ocenę danych. Podziel się swoimi doświadczeniami w sieciach i wnieś swój wkład w przyszłe wersje zestawu narzędzi.

Grupy docelowe

Zestaw narzędzi jest przeznaczony dla:

- Władz lokalnych i urbanistów
- Administratorów parków przemysłowych
- Liderów biznesu i menedżerów ds. społecznej odpowiedzialności biznesu
- Konsultantów ds. rozwoju
- Sieci regionalne i klastry przemysłowe

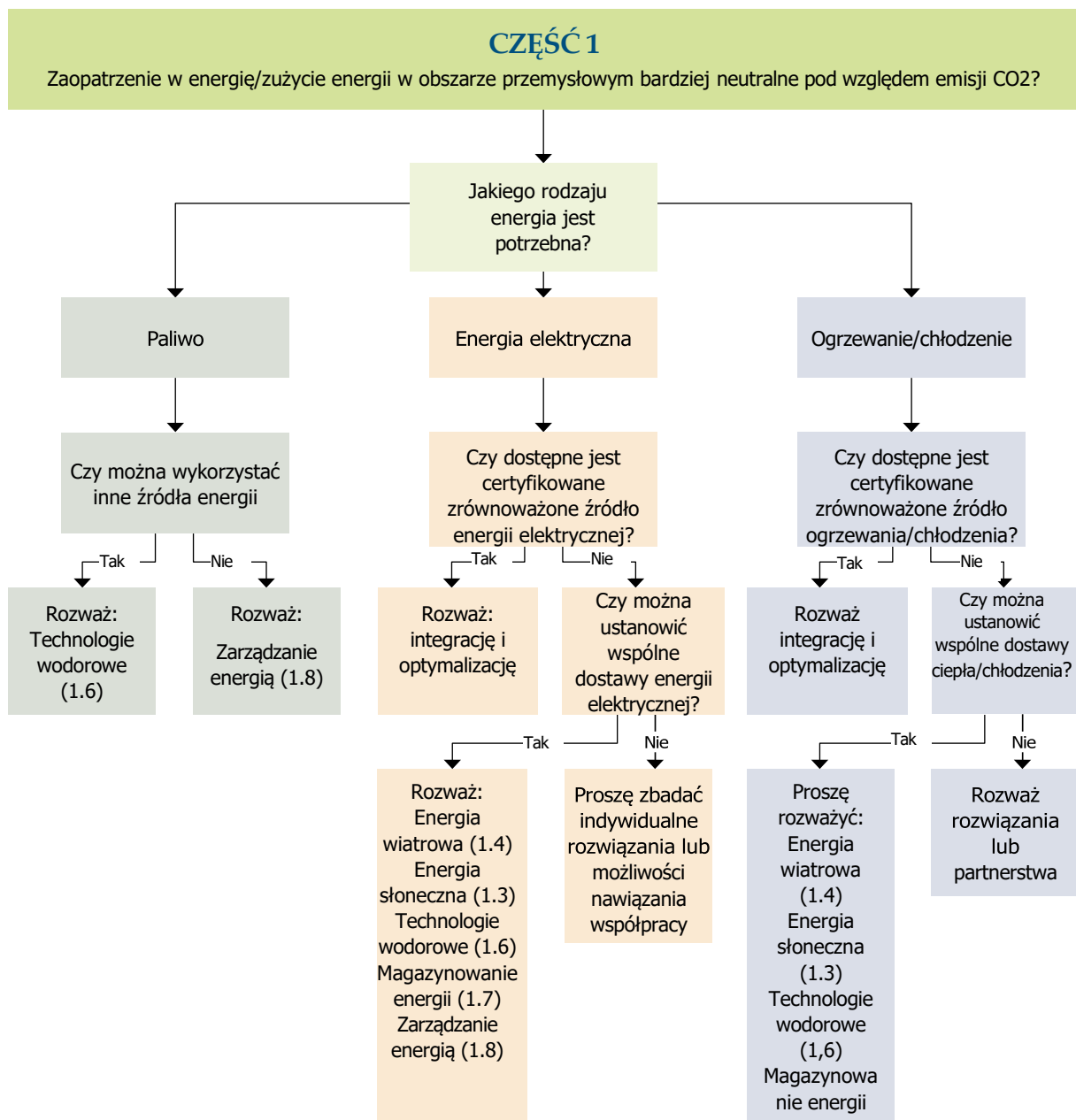
Wskazówki dotyczące skutecznego wykorzystania

- Proszę myśleć systemowo i współpracować między sektorami.
- Zacznijcie od małych kroków, ale z perspektywą skalowalności.
- Wykorzystaj zestaw narzędzi jako narzędzie dialogu podczas warsztatów.
- Zastanów się nad odpadami jako zasobem, a Państwa sąsiada jako partnerem.
- Nieustannie oceniaj sytuację i nie bój się zmieniać kursu.

Część 1 – Energia

Ta część zestawu narzędzi zawiera technologie i przykłady dotyczące zużycia energii przez przedsiębiorstwa i obszary przemysłowe, a także ich udziału w energii niskoemisyjnej.

Poniżej znajduje się diagram, który pomaga użytkownikowi w analizie, które rozwiązania energetyczne można wdrożyć.



Przejdź do zestawu narzędzi CZĘŚĆ 2



1.1 Sieci ogrzewania i chłodzenia

Systemy lokalnego ogrzewania i chłodzenia dostarczają energię cieplną do wielu budynków z centralnego źródła, co jest rozwiązaniem wydajnym, zwłaszcza na obszarach miejskich. Systemy te zostały zaprojektowane w celu maksymalizacji efektywności energetycznej poprzez wykorzystanie ciepła odpadowego z procesów przemysłowych, elektrowni lub źródeł odnawialnych, zmniejszając w ten sposób ogólne zużycie energii i wpływ na środowisko. Mogą one wykorzystywać różne źródła energii, w tym paliwa kopalne, biomasę, energię geotermalną i słoneczną, co pozwala na dostosowanie ich do lokalnej dostępności energii i celów zrównoważonego rozwoju. Nowoczesne systemy często działają na zasadzie zamkniętej pętli, w której energia jest ponownie wykorzystywana w sieci. Ogrzewane budynki mogą dostarczać do systemu nadmiar zimna z procesu ogrzewania, natomiast chłodzone budynki mogą dostarczać nadmiar ciepła z procesu chłodzenia, optymalizując zużycie energii. Ponadto systemy najnowszej generacji działają w niższych temperaturach, co zmniejsza straty energii i zwiększa wydajność, a także pozwala na integrację źródeł energii niskiej jakości. Systemy te wykorzystują rozwiązania w zakresie magazynowania energii do zarządzania tymczasowymi nierównowagami między podażą a popytem, zapewniając niezawodne dostawy energii. Wykorzystując ciepło odpadowe i odnawialne źródła energii, systemy lokalnego ogrzewania i chłodzenia przyczyniają się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcia celów środowiskowych. Ogólnie rzecz biorąc, systemy lokalnego ogrzewania i chłodzenia są obiecującym rozwiązaniem dla zrównoważonego zarządzania energią w miastach, oferującym wydajność, elastyczność i korzyści dla środowiska.

Poniżej przedstawiamy cztery wybrane przykłady dobrych praktyk.

Systemy **lokalnego ogrzewania i chłodzenia** łączą wiele budynków za pomocą sieci rur, aby zapewnić ogrzewanie i chłodzenie przy użyciu bezemisyjnych źródeł energii, takich jak energia geotermalna i słoneczna.

Ogrzewanie miejskie za pomocą pomp ciepła jest kluczowym elementem, w którym wielkoskalowe pompy ciepła wykorzystują źródła ciepła odpadowego o niskich temperaturach, aby zminimalizować straty ciepła i ułatwić integrację energii odnawialnej.

Niskotemperaturowe systemy ciepłownicze działają w niższych temperaturach, co zmniejsza straty energii i zwiększa wydajność, a także pozwala na integrację źródeł energii o niskiej jakości.

Odzyskiwanie ciepła z chłodzenia miejskiego polega na odzyskiwaniu ciepła, które w przeciwnym razie zostałoby utracone podczas procesu chłodzenia, co poprawia ogólną wydajność systemu.

1.1.1. Ogrzewanie i chłodzenie

Lokalizacja: Jyväskylä, Finlandia

Podmiot/branża Tekstylija

W Jyväskylä powstała nowa fabryka produkująca tekstylija z celulozy. Fabryka Woodspin wytwarza włókno Spinnova z celulozy Suzano w nowoczesnym zakładzie. Fabryka została zbudowana na terenie przemysłowym Eteläportti, który jest podłączony do miejskiej sieci ciepłowniczej. Dało to firmie Woodspin doskonałą okazję do zbudowania systemu odzyskiwania ciepła odpadowego w swoim procesie, który obecnie zapewnia ogrzewanie dla miasta Jyväskylä. Dzięki mocy odzyskiwania ciepła odpadowego wynoszącej 5 MW szacuje się, że na każdy kilogram wyprodukowanego włókna oszczędza się 2,4 kg emisji CO₂ z sieci ciepłowniczej.

Podczas wdrażania wspólnego systemu ogrzewania należy wziąć pod uwagę kilka ważnych kwestii. Jedną z nich jest potrzeba zapewnienia odpowiedniej przestrzeni dla systemu rurociągów, który zazwyczaj instalowany jest pod ziemią i wymaga starannego planowania i koordynacji, zwłaszcza na obszarach zabudowanych. Kolejnym kluczowym czynnikiem jest dostępność wspólnej instalacji do produkcji ciepła lub wystarczającego i stabilnego źródła ciepła odpadowego, które służy jako źródło energii dla systemu i decyduje o jego ogólnej wydajności i wykonalności.

Linki do dalszych informacji:

210331_THS_D3.9_CREARA_THERMOS_Case_Studies_V2_FINAL-komprimiert.pdf
(thermos-project.eu)

Link do dobrych praktyk:

Woodspin zwiększa produkcję zrównoważonego włókna drzewnego SPINNOVA® w nowej fabryce o zerowej emisji – Spinnovagroup

Wskaźniki ekonomiczne

Okres zwrotu poniżej 10 lat

CAPEX (nakłady inwestycyjne) 250–600 EUR/m

OPEX (wydatki operacyjne) 2 EUR/kW/rok

1.1.2. Ciepłownictwo lokalne za pomocą pomp ciepła

Lokalizacja: Hajnówka, Polska

Podmiot/branża Budynki publiczne – „Power-to-Heat” Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego

Celem jest opracowanie koncepcji energetycznej, w ramach której energia elektryczna z regionalnych elektrowni wiatrowych i słonecznych będzie mogła być wykorzystywana do zasilania dużych pomp ciepła, które zastąpią węgiel w istniejącym systemie ciepłowniczym w Hajnówce (powiat i miasto). Zaopatrzenie w ciepło opiera się na analizie, wyborze i optymalizacji lokalnych źródeł energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii, a także na wyborze i optymalizacji gruntu i wody.

pompy ciepła i magazynowanie energii. System grzewczy opiera się obecnie na centralnej elektrowni węglowej i działa w wysokiej temperaturze (130°C). Głównym źródłem ciepła jest regionalna firma specjalizująca się w ogrzewaniu węglem, olejem i biomasą.

Technologia zastępuje ogrzewanie oparte na węglu, które powoduje znacznie większe zanieczyszczenie powietrza, co ma wpływ na zdrowie lokalnej społeczności.

Technologia ta pozwala zastąpić technologie oparte na węglu technologiami czystszyimi, co poprawia np. jakość powietrza i zapewnia niezależność energetyczną lokalnej społeczności.

Linki do dalszych informacji:

Odnawialna energia cieplna
Hajnówka – EUKI

Wprowadzenie systemów ciepłowniczych zasilanych dużymi pompami ciepła zmniejsza emisję CO₂ o 54%.

Okres zwrotu	3,82 roku
CAPEX (nakłady inwestycyjne)	25 mln EUR
ROI % (zwrot z inwestycji)	27,69

1.1.3. Niskotemperaturowe systemy ciepłownicze (LTDH)

Lokalizacja: Lund, Szwecja

Podmiot/branża Ośrodek badawczy Max IV

W Lund prowadzone są intensywne działania mające na celu zaprezentowanie najnowszych rozwiązań w wielu dziedzinach. Jedną z nich jest budowa największej sieci LTDH opartej na nadwyżkach energii pozbawionej paliw kopalnych. Kraftringen Energi (Lund przedsiębiorstwo energetyczne i użyteczności publicznej) oraz jego partnerzy opracowują koncepcje dotyczące energii, mobilności i oświetlenia infrastruktury. Budowę rozpoczęto w 2018 roku w dzielnicy Brunnsög, a jej celem jest stworzenie

Największy w Europie zakład LTDH i poligon doświadczalny dla rozwiązań LTDH. Całkowita powierzchnia inwestycji wyniesie docelowo 100 ha. Dzięki temu miasto może się dalej rozwijać bez zwiększania emisji gazów cieplarnianych. Biomasa wykorzystywana obecnie w systemie DH może być wykorzystywana w innych miejscach jako zamiennik paliw kopalnych.

Oprócz opracowywania, demonstrowania i oceny zoptymalizowanych technologii wytwarzania i dystrybucji ciepła, projekt Brunnsög LTDH oferuje możliwość opracowania nowych modeli biznesowych i przetestowania nowych, ekscytujących zastosowań. Oprócz ogrzewania domów, nadwyżki ciepła i sieć niskotemperaturowa mogą być wykorzystywane do celów, które zazwyczaj nie wymagają tego rodzaju źródła ciepła. Na przykład służą one do ogrzewania ziemi przy wielu przystankach tramwajowych w Brunnsög w okresie zimowym, aby zapobiec gromadzeniu się śniegu i lodu. Inne zastosowania i technologie są badane w ramach finansowanego przez UE projektu innowacyjnego COOL DH.

Linki do dodatkowych informacji:

<https://www.cooldh.eu/demosites-and-innovations-in-cool-dh/brunnshog-in-lund/>

Ośrodek badawczy Max IV pod Lund wytwarza ciepło odpadowe,

które jest dystrybuowane w sieciach dystrybucji niskotemperaturowej (65 stopni Celsjusza) do budynków w pobliskiej dzielnicy mieszkalnej.

Temperatura systemu wynosząca 65 °C została wybrana, aby wyeliminować potrzebę stosowania dodatkowego sprzętu do zwalczania bakterii Legionella. Niższa temperatura oznacza również możliwość zastosowania rur z tworzywa sztucznego, opracowanych specjalnie na potrzeby projektu Cool DH. Można je układać bliżej powierzchni, co oznacza płytsze wykopy, a tym samym węższy obszar roboczy i mniejszy wpływ na otoczenie. Nowe rury są dostarczane w rolkach o długości 100 metrów, które można bardzo efektywnie rozkładać w porównaniu z poprzednią technologią, w której konieczne było umieszczanie w ziemi odcinków rury o długości 16 metrów. Oznacza to również, że sieć LTDH wymaga znacznie mniej połączeń, co prowadzi do dalszej redukcji kosztów. Ekonomicznym efektem ubocznym jest to, że klienci ciepłowni Brunnsbög mogą korzystać z niższych taryf za ciepło sieciowe niż w przypadku tradycyjnych rozwiązań. Temperatura powrotna jest dość niska i wynosi 35°, co świadczy o wydajności systemu w zakresie zatrzymywania większości ciepła w budynkach. System będzie dalej rozbudowywany wraz z rozwojem obszaru Brunnsbög. Całkowite dostępne źródło ciepła niskotemperaturowego, w tym ESS, wzrośnie do 250 GWh/rok do 2027 r., przy maksymalnej mocy 40 MW. Po zakończeniu budowy w 2050 r. w Brunnsbög będzie mieszkać i pracować do 40 000 osób.

Planując wdrożenie niskotemperaturowego systemu ciepłowniczego (LTDH), należy wziąć pod uwagę kilka ważnych kwestii.

Jednym z kluczowych czynników jest dostępność nadwyżek ciepła, które mogą służyć jako wydajne i zrównoważone źródło energii dla sieci. Równie ważne są relacje między przedsiębiorstwem ciepłowniczym a jego klientami; silne, oparte na zaufaniu więzi mogą mieć znaczący wpływ na sukces systemu.

Decyzja właścicieli nieruchomości o podłączeniu się do sieci LTDH często zależy od wielu czynników. Należą do nich Państwa wcześniejsze doświadczenia z systemem ciepłowniczym, które mogą kształtować Państwa oczekiwania i zaufanie do systemu, a także Państwa troska o środowisko naturalne, ponieważ wielu z Państwa postrzega LTDH jako bardziej ekologiczną alternatywę. Ponadto ambicje związane z innowacyjnością mogą motywować właścicieli nieruchomości do wdrażania nowych, przyszłościowych rozwiązań energetycznych.

Link do dobrych praktyk:

Smart City Sweden – platforma poświęcona inteligentnym, zrównoważonym rozwiązaniom dla miast:

<https://smartcitysweden.com/best-practice/358/developingcutting-edge-fossil-free-districtheating-at-a-lower-temperature/>

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOID=9108545&fileOID=9108550>

1.1.4. Odzysk ciepła z sieci chłodzenia miejskiego

Lokalizacja:	Kalundborg, Dania
Podmiot/branża	Kalundborg Symbiosis

Maksymalna wydajność chłodnicza wyniesie 166 MW. Technologia: z ujęcia położonego w porcie Kalundborg lokalna chłodnia pobiera 18 000 m³ wody morskiej na godzinę przy maksymalnym obciążeniu, ale oczekuje się, że średnie zapotrzebowanie na chłodzenie wyniesie około połowy tej wartości. Wielkość ujęcia i jego położenie pod wodą sprawiają, że nawet przy dużym obciążeniu woda prawie sama się przedostaje i nie będzie duże prądy na poziomie morza. Stamtąd woda jest filtrowana w dwóch etapach w części zakładu znajdującej się pod ziemią. Woda morska jest pompowana przez pompy, w których wirnik i wał są wykonane ze stali super duplex, aby uniknąć korozji spowodowanej słoną wodą. Woda morska jest pompowana do stacji wymiany. Woda z zamkniętego obiegu chłodzącego, która powraca ogrzana z zakładów przemysłowych, jest schładzana w wymiennikach ciepła za pomocą wody morskiej o niższej temperaturze. Wymienniki są wykonane z tytanu, dzięki czemu są bardziej odporne na korozję. Woda jest cyrkulowana do zakładów przemysłowych w maksymalnej temperaturze 22,5 stopnia, a w miarę możliwości w okresach, w których jest to możliwe, w temperaturze niższej. Zamknięty obieg chłodzący jest połączony z Kalundborg Forsyning (zakład użyteczności publicznej) z zakładami Novo Nordisk i Novozymes za pomocą prawie jednokilometrowy rurociąg podziemny o średnicy wewnętrznej dwóch metrów. W rurociągu tym schłodzona woda jest doprowadzana do zakładów przemysłowych, a podobny rurociąg odprowadza ją z powrotem. Kiedy woda wraca z zakładów przemysłowych do systemu chłodzenia miejskiego, ma temperaturę maksymalnie 31,5 stopnia. W projekcie uwzględniono, że temperatura wody morskiej może być zbyt wysoka w okresie letnim, co uniemożliwia schłodzenie wody do pożądanej maksymalnej temperatury 22,5 stopnia. Dlatego też system chłodzenia lokalnego jest wyposażony w tak zwane agregaty chłodnicze, czyli system chłodzenia o mocy 10 megawatów, który w szczególnie upalne okresy może uzupełniać chłodzenie po wymienniku i obniżyć temperaturę. Ogrzana woda morska jest następnie odprowadzana do portu w innym miejscu niż ujęcie. Miejsca te są oddalone od siebie na tyle, aby odprowadzana woda nie miała wpływu na ujęcie.

W drugiej fazie projektu nadwyżki ciepła zostaną wykorzystane albo w Kalundborgu, albo do ogrzewania miejskiego w innych miastach. W kontekście symbiozy przemysłowej centralnie wytwarzane chłodzenie i nadwyżki ciepła mogą być wykorzystywane przez wszystkie przedsiębiorstwa przemysłowe w regionie, co pozwoli zmniejszyć ogólne zużycie energii i ilość odpadów.

Nadwyżki ciepła pochodzące z chłodzenia produkcji przemysłowej w Kalundborgu mogą w przyszłości zostać przekształcone w zrównoważone ogrzewanie lokalne. Nadwyżki ciepła wytwarzane przez przemysł są wystarczające, aby potencjalnie ogrzać ponad

40 000 gospodarstw domowych. Dzięki odpowiedniej infrastrukturze nowy system chłodzenia miejskiego będzie w stanie wygenerować wystarczającą ilość nadwyżki ciepła, aby potencjalnie zastąpić gaz ziemny w Holbæk i ogrzać miasto Kalundborg. Obecnie w gminie Holbæk znajduje się 17 500 gospodarstw domowych ogrzewanych gazem ziemnym.



Linki do dobrych praktyk

<https://www.symbiosis.dk/en/2022/10/21/> (Chłodzenie miejskie ma ogromny potencjał w zakresie wykorzystania nadwyżki ciepła z Kalundborg Symbiosis)

Planując system lokalnego ogrzewania i chłodzenia, należy wziąć pod uwagę kilka kluczowych kwestii, aby zapewnić jego sukces i zrównoważony charakter. Przede wszystkim w danym obszarze musi istnieć znaczne i stałe zapotrzebowanie zarówno na ogrzewanie, jak i chłodzenie. System ten opiera się również na dostępie do różnorodnych i zrównoważonych źródeł energii, które mają kluczowe znaczenie dla długoterminowego funkcjonowania i efektywności środowiskowej.

Ponadto obecność sprzyjających polityk i regulacji zarówno na szczeblu lokalnym, jak i krajowym odgrywa istotną rolę w umożliwianiu rozwoju i zapewnianiu finansowania lub zachęt. Równie ważna jest świadomość społeczna i akceptacja systemu, ponieważ wsparcie społeczności może wpływać zarówno na wdrożenie, jak i długoterminowe użytkowanie. Lokalny klimat również musi być odpowiedni, oferując warunki, w których zarówno ogrzewanie, jak i chłodzenie są potrzebne przez cały rok.

Kolejnym kluczowym czynnikiem jest współpraca, wymagająca ścisłej kooperacji między samorządem lokalnym, dostawcami energii, przedsiębiorstwami i interesariuszami społecznymi w celu zapewnienia zintegrowanego planowania i wspólnych korzyści. Na koniec należy przeprowadzić kompleksową ocenę oddziaływania na środowisko, aby ocenić ślad ekologiczny systemu i zapewnić jego zgodność z celami zrównoważonego rozwoju i normami środowiskowymi.



1.2 Technologie pomp ciepła

Technologia pomp ciepła stanowi energooszczędne rozwiązanie do ogrzewania i chłodzenia poprzez przenoszenie energii cieplnej z jednego miejsca do drugiego. W przeciwieństwie do tradycyjnych systemów grzewczych, które wytwarzają ciepło poprzez spalanie, pompy ciepła wykorzystują istniejące źródła ciepła, takie jak powietrze otoczenia, grunt, woda lub przemysłowe ciepło odpadowe, co czyni je zrównoważoną i opłacalną opcją. Technologia ta znacznie zmniejsza emisję dwutlenku węgla i zależność od paliw kopalnych, co jest zgodne z globalnymi celami w zakresie efektywności energetycznej.

Wydajność pompy ciepła mierzy się za pomocą współczynnika wydajności (COP), który wskazuje stosunek użytecznej mocy cieplnej do energii wejściowej. W zależności od typu pompy ciepła wartości COP mogą wynosić od 1,5 do 4 lub więcej, co zapewnia znaczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej. Ponadto pompy ciepła mogą być zintegrowane z sieciami ciepłowniczymi lub procesami przemysłowymi, optymalizując odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie ciepła.

Poniżej przedstawiamy pięć przykładów dobrych praktyk w zakresie zastosowań pomp ciepła, które pokazują ich skuteczność w różnych warunkach:

Odzysk ciepła odpadowego – AB Lifosa i AB Panevėžio Stiklas (Litwa)

Producent nawozów fosforowych ponownie wykorzystuje ciepło technologiczne pochodzące z produkcji kwasu siarkowego do ogrzewania swoich zakładów i dostarcza 100 000 MWh do systemu ciepłowniczego w Keidainiai, zmniejszając emisję CO₂ o 150 000 ton rocznie. Ponadto producent szkła odzyskuje ciepło odpadowe z chłodzenia sprężarek, pokrywając 18% zapotrzebowania zakładu na ogrzewanie w zimie. Inwestycja zwróciła się w ciągu zaledwie 5 miesięcy, przynosząc redukcję emisji CO₂ o 301 ton rocznie.

Odzysk ciepła ze ścieków – Kalundborg Utility (Dania)

Wysokowydajna pompa ciepła pobiera energię cieplną ze ścieków, dostarczając rocznie 80 000 MWh do sieci ciepłowniczej, co pokrywa 30% lokalnego zapotrzebowania na ciepło i zmniejsza emisję CO₂ o 1000 ton rocznie.

Pompa ciepła absorpcyjna – Rīgas Siltums (Łotwa)

Zainstalowana w lokalnej ciepłowni opalanej biomasą pompa ciepła absorpcyjna maksymalizuje odzysk ciepła ze spalin, zmniejszając emisję CO₂ o 1402 tony rocznie i obniżając koszty energii.

Pompa ciepła typu powietrze-woda – Uniwersytet Aalto (Finlandia)

System ogrzewania i chłodzenia na skalę blokową wykorzystuje pompy ciepła powietrze-woda do dostarczania 8000 MWh ciepła rocznie, pokrywając 70–90% zapotrzebowania na ogrzewanie w tym obszarze przy zachowaniu zerowej emisji.

Geotermalna pompa ciepła – Mikkeli (Finlandia)

Firma zajmująca się wynajmem nieruchomości przeszła z ogrzewania miejskiego na system pomp ciepła wykorzystujących energię geotermalną, obniżając koszty operacyjne i zapewniając niezależność energetyczną, a czas zwrotu inwestycji szacuje się na 6–10 lat.

Przykłady te podkreślają wszechstronność technologii pomp ciepła w poprawie efektywności energetycznej i zrównoważonego rozwoju w różnych gałęziach przemysłu i gminach.

1.2.1. Odzysk ciepła odpadowego

Lokalizacja: Keˆdainiai, Litwa

Podmiot/branża AB „Lycosa”

AB „Lifosa” jest producentem nawozów fosforowych, zajmującym powierzchnię 292 hektarów w strefie przemysłowej Keˆdainiai. Od 2000 r. AB Lifosa wykorzystuje ciepło technologiczne powstające podczas produkcji kwasu siarkowego do ogrzewania obiektów przedsiębiorstwa oraz miasta Keˆdainiai. Za pomocą specjalnych stalowych rurowych wymienników ciepła ciepło kwasu siarkowego jest wykorzystywane do podgrzewania wody do temperatury 90°C, a następnie dostarczane do kotłowni w Keˆdainiai w celu ogrzewania budynków mieszkalnych. W 2007 roku firma zainstalowała system odzyskiwania ciepła (HRS), który wykorzystuje źródła ciepła odpadowego do wytworzenia około 250 milionów kWh energii elektrycznej, z czego około 50 milionów kWh jest dostarczanych do krajowej sieci energetycznej. Miasto jest zaopatrywane w około 100 000 MWh ciepła. Aby wyprodukować taką ilość energii, litewskie elektrownie i kotłownie musiałyby spalić ponad 70 milionów metrów sześciennych gazu ziemnego. Spowodowałoby to uwolnienie do atmosfery 150 000 ton dwutlenku węgla, który jest gazem cieplarnianym.

Planując wykorzystanie ciepła odpadowego, należy wziąć pod uwagę kilka ważnych kwestii. Źródło ciepła odpadowego powinno być jak najbardziej stałe, o stabilnych parametrach, aby zapewnić wydajne i przewidywalne odzyskiwanie energii. Urządzenie do wymiany ciepła jest niezbędne do wychwytywania lub gromadzenia energii cieplnej ze strumienia ciepła odpadowego. Równie ważne jest wykorzystanie odzyskanego ciepła, co wymaga znalezienia odpowiedniego odbiorcy — albo w tym samym obiekcie, np. w innych jednostkach technologicznych, albo poza nim, np. w pobliskiej sieci ciepłowniczej lub u partnera przemysłowego.

Linki do dodatkowych informacji

https://betterbuildingssolutioncenter.energy.gov/sites/default/files/attachments/Waste_Heat_to_Power_Fact_Sheet.pdf

Linki dotyczące dobrych praktyk

[lifosa.com/en](https://www.alva.fi/in-english/)
<https://www.alva.fi/in-english/>

Wskaźniki ekonomiczne:

Okres zwrotu	< 3 lata
CAPEX (nakłady inwestycyjne)	3 000 – 100 000 EUR (systemy o małej i dużej skali)
OPEX (wydatki operacyjne)	https://ior.org.uk/public/downloads/HD2mP/Dr-Joel-Hamilton-June-22.pdf , 3,5 €/MWh

Lokalizacja: Panevėžys, Litwa

Podmiot/branża AB Panevėžio stiklas

AB Panevėžio stiklas jest jedną z największych firm w krajach bałtyckich zajmujących się produkcją i przetwórstwem wyrobów szklanych. Przemysłowa linia produkcyjna szkła działa nieprzerwanie przez cały rok, wykorzystując gaz ziemny do wytwarzania wysokich temperatur. Produkty spalania o wysokiej wydajności są odprowadzane przez komin, natomiast urządzenia elektryczne lub mechaniczne o dużej mocy, które pracują nieprzerwanie, muszą być zazwyczaj chłodzone. Powstające w wyniku tego ciepło chłodzenia może być wykorzystane jako ciepło odpadowe.

W 2017 r. firma AB Panevėžio stiklas zainstalowała system odzyskiwania ciepła z technologii chłodzenia sprężarkowego, który pokrywa około 18% zapotrzebowania budynków na ciepło w sezonie zimowym.

Przykład obliczeń dotyczących inwestycji technologicznej:

Biorąc pod uwagę zużycie energii elektrycznej przez sprężarki i ich typową sprawność roboczą (0,65–0,75 dla sprężarek śrubowych), ciepło odprowadzane wraz z powietrzem chłodzącym stanowi około 30% zużywanej energii elektrycznej. Na podstawie zużycia energii elektrycznej do produkcji sprężonego powietrza odzysk ciepła może wynieść nawet 1482 MWh/rok.

Wytwarzanie ciepła w wymienniku ciepła spowoduje, że cena ciepła będzie równa cenie dodatkowego zużytego gazu (według cen z 2017 r.)

wynoszącej 18,91 EUR/MWh, a oszczędność energii wyniesie 28 037 EUR.

Wymiennik ciepła po cenach rynkowych dla wymienników ciepła dostępnych na rynku koszt wymiennika ciepła o mocy około 200 kW wynosi 5200 EUR. Koszty instalacji szacuje się na 5000 EUR, a koszty projektowania i inne koszty szacuje się na 15% całkowitej inwestycji wynoszącej 1530 EUR. Normalny czas zwrotu inwestycji wynosi 5 miesięcy. Redukcja emisji CO₂ o 301 t/rok (dane z 2018 r.).

Linki dotyczące dobrych praktyk

AB Panevezio stiklas

1.2.2. Odzysk ciepła ze ścieków

Lokalizacja: Kalundborg, Dania

Podmiot/branża: Kalundborg Utility

W 2017 roku przedsiębiorstwo Kalundborg Utility wdrożyło innowacyjne rozwiązanie pozwalające wykorzystać nadmiar ciepła z ścieków. Dzięki zainstalowaniu wysokowydajnej pompy ciepła przedsiębiorstwo zaczęło korzystać z tego niewykorzystanego dotąd źródła energii. System charakteryzuje się imponującą łączną mocą cieplną wynoszącą 10 MWt (34 mmBTU/h). Wykorzystując nadmiar ciepła i energii obecnej w ściekach, które utrzymują stałą temperaturę 30°C (86°F), pompa ciepła odgrywa kluczową rolę w ogrzewaniu wody dostarczanej klientom poprzez sieć ciepłowniczą.

Jedną z istotnych zalet tego systemu jest możliwość zastąpienia tradycyjnych materiałów, takich jak biomasa (wióry drzewne), w produkcji ciepła sieciowego. Zmiana ta przekłada się na znaczną korzyść dla środowiska, zmniejszając ślad węglowy związany z działaniem sieci ciepłowniczej.

W praktyce pompa ciepła ma znaczący wpływ na społeczność. Dostarcza ona aż 80 000 MWh rocznie, zaspokajając imponujące 30% całkowitego zapotrzebowania mieszkańców na ciepło sieciowe.

Linki do dalszych informacji

<https://www.niras.com/projects/ścieki-przekształcone-w-ciepło-dla-systemu-ciepłowniczego>,
ciepło dla systemu ciepłowniczego z ścieków

Wskaźniki ekonomiczne:

Wykorzystanie pompy ciepła z ścieków w zakładzie użyteczności publicznej w Kalundborgu obniżyło emisję CO₂ w Kalundborg Symbiosis o 1000 ton rocznie.

CAPEX (nakłady inwestycyjne) ok. 8,1 mln EUR

ROI % (zwrot z inwestycji) ok. 5 lat

Rozważając wdrożenie systemu odzyskiwania ciepła ze ścieków do celów ogrzewania lokalnego, należy wziąć pod uwagę kilka kluczowych czynników, aby zapewnić sukces. Po pierwsze, oczyszczalnia ścieków powinna znajdować się w pobliżu obszaru, na którym potrzebne jest ogrzewanie lokalne, ponieważ minimalizuje to straty ciepła podczas transportu ścieków. Aby skutecznie odzyskiwać ciepło, konieczna jest instalacja wymienników ciepła, a ich wydajność zależy w dużej mierze od jakości ścieków, które muszą być odpowiednie, aby uniknąć korozji lub zanieczyszczenia.

Aby wykorzystać odzyskane ciepło, niezbędna jest również dobrze rozwinięta sieć ciepłownicza na obszarze dystrybucji. Ponadto projekt musi być zgodny z lokalnymi przepisami i normami środowiskowymi, w szczególności dotyczącymi gospodarki ściekowej i produkcji ciepła.

Oprócz aspektów technicznych i regulacyjnych ważne jest, aby ocenić wykonalność finansową projektu, zapewniając jego długoterminową opłacalność ekonomiczną. Zaangażowanie lokalnej społeczności i odpowiednich interesariuszy odgrywa kluczową rolę w uzyskaniu akceptacji i poparcia społecznego. Ponadto projekt musi mieć dostęp do wiedzy technicznej w zakresie projektowania, instalacji i bieżącej konserwacji systemu. Wreszcie, ustanowienie solidnego planu monitorowania i konserwacji ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia wydajnego i niezawodnego działania systemu w dłuższej perspektywie czasowej.

1.2.3. Pompa ciepła absorpcyjna

Lokalizacja: Ryga, Łotwa

Przedmiot działalności: Spółka akcyjna „Rīgas Siltums”

Ich zastosowanie ogranicza się do przypadków, gdy energia elektryczna jest bardzo droga lub dostępna jest duża ilość niewykorzystanego ciepła o odpowiedniej temperaturze, a wydajność chłodzenia lub ogrzewania jest większa niż zużycie energii cieplnej. Pompa ciepła pozwala na wytwarzanie większej ilości energii cieplnej bez konieczności stosowania dodatkowego paliwa, co pozwala maksymalnie wykorzystać dostarczone paliwo. To z kolei umożliwia obniżenie opłat za energię cieplną dla mieszkańców.

Linki do dalszych informacji

<https://broadusa.com/broad/products-2/>

AS „Rīgas Siltums” ma siedzibę w Rydze na Łotwie i działa od 1995 roku. Jest głównym dostawcą energii cieplnej w Rydze. Zajmuje się produkcją, przesyłem i sprzedażą energii cieplnej, a także zapewnia konserwację techniczną wewnętrznych systemów zaopatrzenia w energię cieplną użytkowników energii cieplnej. Całkowita długość sieci ciepłowniczych należących do „Rīgas Siltums” wynosi około 689 km. „Rīgas Siltums” wytwarza ponad 30% potrzebnej energii cieplnej w swoich źródłach ciepła – 5 elektrociepłowniach oraz kilkudziesięciu małych i średnich kotłowniach, natomiast około 70% jest kupowane..

Aby zmaksymalizować odzysk energii cieplnej ze spalin po kotle na biomasę z kondensatorem spalin typu mokrego, elektrociepłownia „Zasulauks” została wyposażona w pompę ciepła typu absorpcyjnego o łącznej mocy 4,7 MW. Oprócz skraplacza spalin, pompa ciepła schładza wychodzące spaliny z około 45°C do nawet 25°C, wydobywając z nich energię cieplną niskiej jakości. W 2022 r. rozpoczęto realizację projektu pompy ciepła typu absorpcyjnego o mocy 4,7 MW w elektrociepłowni „Zasulauks”, znajdującej się przy ulicy Kandavas 16. Pompa ciepła została uruchomiona w styczniu 2023 r. Do tej pory pompa ciepła działała zgodnie z szerokimi specyfikacjami producenta. W upalne letnie dni temperatura spalin

Linki dotyczące dobrych praktyk

www.rigassiltums.lv
Rīgas siltums: Pionier zrównoważonego ogrzewania miejskiego – Nordycki Bank Inwestycyjny

o przejściu przez pompę ciepła osiąga zaledwie 25°C, skutecznie chłodząc atmosferę. Wnioski: Pompy ciepła absorpcyjne wymagają dużych urządzeń. Dlatego też, jeśli mają one zostać zintegrowane z istniejącym systemem technologicznym, może to wymagać przebudowy i dostosowania w celu dostosowania się do pompy ciepła.

Wskaźniki KPI/ekonomiczne:

Redukcja emisji CO2 o 1402 ton/rok

Okres zwrotu: 5 lat

Ważną kwestią, którą należy wziąć pod uwagę podczas pracy z tego typu technologią pomp ciepła, jest to, że wymaga ona większych urządzeń w porównaniu z pompami ciepła sprężarkowymi. Oznacza to, że należy przeznaczyć więcej miejsca na instalację, co może mieć wpływ zarówno na decyzje dotyczące projektu, jak i rozmieszczenia elementów w ramach projektu.



1.2.4. Pompa ciepła powietrze/woda

Lokalizacja: Espoo, Finlandia

Podmiot/branża Uniwersytet Aalto

Pompy ciepła powietrze-woda mają współczynnik COP wynoszący 1,5-4 (średnio 3), co oznacza, że zużycie energii pierwotnej potrzebnej do wytworzenia ciepła jest niskie. Ponadto, jeśli wykorzystuje się energię odnawialną, produkcja ciepła nie powoduje emisji. Kolejną zaletą pomp ciepła jest ich skalowalność: można je instalować jako pojedyncze urządzenia, dzięki czemu inwestycja może być dostosowana wyłącznie do aktualnych potrzeb → bez konieczności ponoszenia wcześniejszych nakładów, choć powoduje to nieznaczny wzrost całkowitych kosztów.

Część kampusu Uniwersytetu Aalto została całkowicie odnowiona i wyposażona w innowacyjny system ogrzewania i chłodzenia blokowego. Pompy ciepła powietrze-woda wytwarzają około 8000 MWh ciepła rocznie, co stanowi 70–90% zapotrzebowania obszaru, a pozostała część pochodzi z sieci ciepłowniczej. System ma również moc chłodniczą 2 MW i odzyskuje ciepło odpadowe z wielu miejsc. System jest opłacalny ekonomicznie i działa dobrze.

Rozważając zastosowanie pomp ciepła na skalę przemysłową, należy pamiętać o kilku ważnych czynnikach. Systemy te działają słabo w temperaturach powietrza poniżej -15°C , chyba że zastosuje się specjalne pompy ciepła przeznaczone do chłodniejszych klimatów. Ponadto potrzebna jest wystarczająca przestrzeń, aby pomieścić większe urządzenia na skalę przemysłową, co może mieć wpływ na wybór lokalizacji i projekt systemu.

Linki do dalszych informacji

Pompa ciepła wykorzystująca powietrze jako źródło ciepła – Wikipedia

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://www.sweco.fi/en/projects/a-zero-emission-local-energy-solution-developed-for-aalto-university-at-block-level/>

Wskaźniki:

Redukcja emisji CO₂ o 1168 kg/rok; obecny system nie powoduje emisji, a normalne ogrzewanie miejskie generuje około 146 kg/MWh emisji CO₂.

COP 3; W przypadku COP 3 oznacza to, że na każdą jednostkę energii wprowadzoną do systemu pompa ciepła wytwarza 3 jednostki użytecznej mocy grzewczej lub chłodniczej. Wartość ta odzwierciedla skuteczność systemu w przenoszeniu energii cieplnej i stanowi miarę jego wydajności. Aby pompy ciepła były opłacalne, współczynnik COP powinien zawsze przekraczać 1.

1.2.5. Geotermalne pompy ciepła

Lokalizacja: Mikkeli, Finlandia

Podmiot/branża Wynajem nieruchomości

Ciepło geotermalne może być wykorzystywane np. do ogrzewania budynków za pomocą systemów HVAC lub systemów podgrzewania wody.

Ciepło geotermalne jest lokalne i odnawialne, jedyną zakupioną energią jest energia elektryczna do zasilania systemu pomp. Współczynnik wydajności wynosi około 2,5-3,5 w Finlandii. Pompy ciepła mogą zastąpić podłączenie do systemu ciepłowniczego. Średniej wielkości warsztat mechaniczny o powierzchni ogrzewanej 6100 m² i zużyciu około 836 MWh zakupionego ciepła z sieci ciepłowniczej. Właściciel nieruchomości przeprowadził analizę opłacalności przejścia z ogrzewania sieciowego na energię geotermalną.

Rozważając zastosowanie rur instalowanych na powierzchni do ogrzewania nieruchomości w Finlandii, należy pamiętać, że systemy te wymagają zazwyczaj około 1,5-krotności powierzchni budynku, który mają ogrzewać. Oznacza to, że do zainstalowania niezbędnej infrastruktury musi być dostępna wystarczająca ilość terenu. Ponadto kolektory energii geotermalnej nie mogą być instalowane w niektórych lokalizacjach, takich jak obszary ochrony wód gruntowych, regiony o niestabilnych warunkach glebowych lub obszary zawierające podziemne konstrukcje, ponieważ czynniki te mogą wpływać negatywnie zarówno na wydajność, jak i bezpieczeństwo systemu.

Linki do dalszych informacji

Pompa ciepła wykorzystująca energię gruntu – Wikipedia

Wskaźniki ekonomiczne

Okres zwrotu: 6–10 lat w zależności od kredytu i stopy procentowej

CAPEX (nakłady inwestycyjne): 300–400 tys. EUR

OPEX (wydatki operacyjne): 1000 EUR/rok



1.3 Energia słoneczna

Słońce jest bogatym i odnawialnym źródłem energii, które można wykorzystywać na różne sposoby do produkcji energii elektrycznej i ciepła. Dwie najczęściej stosowane technologie wykorzystania energii słonecznej to systemy fotowoltaiczne (PV) i systemy solarne. Systemy PV przekształcają światło słoneczne bezpośrednio w energię elektryczną za pomocą materiałów półprzewodnikowych, dzięki czemu idealnie nadają się do szerokiego zakresu zastosowań, od małych instalacji domowych po duże farmy słoneczne. Natomiast systemy solarne przechwytyują i magazynują ciepło słoneczne, które można wykorzystać do ogrzewania budynków, wytwarzania pary wodnej do procesów przemysłowych, a nawet do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wykorzystujących skoncentrowaną energię słoneczną (CSP).

Poniżej przedstawiono pięć różnych przykładów praktycznego zastosowania tych technologii, pokazujących ich potencjał w zakresie zrównoważonej produkcji energii i efektywnego wykorzystania energii słonecznej.

Ogniwa fotowoltaiczne (PV) to technologia pozyskiwania energii, która przekształca energię słoneczną w użyteczną energię elektryczną w procesie zwanym efektem fotowoltaicznym.

Technologia **słoneczna** wykorzystuje światło słoneczne do wytwarzania ciepła. Działa ona w oparciu o kolektory, które przechwytyją i skupiają światło słoneczne, przekazując ciepło do płynu, a następnie wykorzystują wymiennik ciepła do ogrzewania.

Hybrydowa technologia PV-Solar Thermal (PVT) wytwarza energię elektryczną za pomocą paneli fotowoltaicznych oraz ciepło za pomocą zintegrowanego systemu kolektorów.

Technologie fotowoltaiczne, słoneczne i pompy ciepła z systemami zarządzania energią. Połączenie trzech technologii ogrzewania budynków polega na zainstalowaniu paneli fotowoltaicznych na ścianach i dachach budynków publicznych wraz z pompami ciepła i kolektorami słonecznymi.

Agrowoltaika, znana również jako rolnictwo słoneczne lub uprawa słoneczna, to zrównoważona praktyka użytkowania gruntów, która łączy uprawę roślin lub roślinności z instalacją paneli fotowoltaicznych na tym samym terenie.

1.3.1. Ogniwa fotowoltaiczne (PV)

Energia elektryczna wytwarzana przez ogniwa słoneczne stała się konkurencyjna cenowo w wielu regionach, a systemy fotowoltaiczne są wdrażane na dużą skalę, aby zasilac siec elektryczną. Bez wykorzystania fotowoltaiki energia elektryczna musiałaby być pobierana z ogólnej sieci energetycznej, która jest zasilana głównie z paliw kopalnych (np. węgla, ropy naftowej, energii jądrowej).

Pomyślne wdrożenie paneli słonecznych zależy od kilku kluczowych warunków wstępnych. Po pierwsze, profil terenu powinien być odpowiedni, aby zapewnić montaż paneli pod optymalnym kątem, zapewniającym maksymalną ekspozycję na światło słoneczne. Ponadto lokalizacja musi być wystarczająco nasłoneczniona przez cały rok, aby zapewnić wydajne wytwarzanie energii. Zgodność z lokalnymi przepisami urbanistycznymi jest również niezbędna do spełnienia wymogów prawnych i uniknięcia ograniczeń dotyczących instalacji. Wreszcie, niezbędna jest dobrze rozwinięta infrastruktura energetyczna, aby zintegrować wytworzoną energię elektryczną z siecią lub skutecznie wspierać zużycie energii na miejscu.

Istnieje kilka różnych rodzajów ogniw fotowoltaicznych, które wykorzystują półprzewodniki do interakcji z fotonami pochodzącymi ze słońca w celu wytworzenia prądu elektrycznego. Energia elektryczna wytwarzana przez system solarny może w znacznym stopniu pokryć Państwa własne zapotrzebowanie na energię elektryczną. Oznacza to na przykład, że muszą Państwo pobierać mniej energii elektrycznej z publicznej sieci energetycznej. Jednocześnie zapewnia to korzyści finansowe. Z reguły energia elektryczna wytworzona we własnym systemie jest bardziej opłacalna niż energia elektryczna zakupiona od dostawcy energii. W ten sposób można zaoszczędzić na kosztach energii.

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja:	Parchim, Niemcy
Branża:	Przemysł wytwórczy (44 przedsiębiorstwa z sektora handlowego (18), komercyjnego (13), usługowego (12) oraz jedno przedsiębiorstwo z sektora przemysłowego)

W Parchim-West wdrażane są różnorodne działania mające na celu promowanie zrównoważonego zarządzania i wykorzystania energii odnawialnej w obszarze przemysłowym. Większość energii wytwarzana jest przez systemy kogeneracyjne i fotowoltaiczne, które pokrywają około 87 procent zapotrzebowania na energię elektryczną. Ta lokalna produkcja energii znacznie zmniejszyła zależność od zewnętrznych źródeł i ustabilizowała zmienne koszty energii elektrycznej na dobrym poziomie.

Częściowo dzięki tym działaniom park biznesowy ten jako jeden z pierwszych otrzymał nagrodę „Grünes Gewerbegebiet in MV” (Zielony park biznesowy w Meklemburgii-Pomorzu Przednim).

Linki do dalszych informacji

www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics
www.nrel.gov/research/re-photovoltaics

Linki do dobrych praktyk

www.gruene-gewerbegebiete.de/parchim (w języku niemieckim)
www.parchim.de/de/buergerservice-1/buergerservice/umwelt-klima-und-natur/klima-und-umwelt/gruene-gewerbegebiete (w języku niemieckim)

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX:	(> 1 MWp) = 800 [EUR/kWp]
OPEX:	Od 1000 kWp: 13,3

1.3.2. Produkcja ciepła przy użyciu energii słonecznej

Technologia ta wykorzystuje światło słoneczne do wytwarzania ciepła dla dużych systemów grzewczych w społecznościach i obszarach miejskich. Działa ona poprzez wykorzystanie kolektorów do wychwytywania i skupiania światła słonecznego, przekazywania ciepła do płynu, a następnie wykorzystania wymiennika ciepła do ogrzewania pomieszczeń i wody, procesów przemysłowych oraz ogrzewania miejskiego. Technologia ta jest odnawialna, zmniejsza emisję dwutlenku węgla i zapewnia długoterminowe oszczędności kosztów, jednocześnie promując lokalną produkcję energii.

Uzupełniając produkcję ciepła energią słoneczną pozyskiwaną za pomocą kolektorów słonecznych, można uzyskać tańsze ciepło i zmniejszyć wpływ na środowisko.

W tej technologii kolektory słoneczne, często składające się z płaskich lub koncentrujących paneli słonecznych, przechwytyują promieniowanie słoneczne i przekształcają je w energię cieplną. Energia ta jest następnie wykorzystywana do podgrzewania płynu przenoszącego ciepło, takiego jak woda lub specjalistyczny płyn przenoszący ciepło, np. glikol.

Podgrzany płyn krąży w sieci rur i wymienników ciepła, przekazując zgromadzoną energię cieplną do scentralizowanego systemu ogrzewania miejskiego. System ten może obsługiwać wiele budynków, w tym obiekty mieszkalne, komercyjne i przemysłowe, zapewniając Państwu niezawodne źródło ciepłej wody lub ogrzewania pomieszczeń.

Technologia słoneczna wykorzystywana do ogrzewania miejskiego oferuje szereg korzyści, w tym zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, zmniejszenie zależności od paliw kopalnych oraz zwiększenie odporności energetycznej. Jest ona szczególnie cenna w regionach o wysokim zapotrzebowaniu na ogrzewanie, gdzie może przyczynić się do stworzenia zrównoważonych i wydajnych rozwiązań grzewczych dla całych społeczności.

Pomyślnie wdrożenie systemu solarnego zależy od kilku kluczowych czynników. Po pierwsze, należy dysponować odpowiednią powierzchnią do zainstalowania systemu, zapewniającą optymalną ekspozycję na światło słoneczne. Ponadto powinien istnieć zapotrzebowanie na energię, które system solarny może uzupełnić, poprawiając ogólną wydajność. Aby zmaksymalizować korzyści, należy zapewnić lub zaplanować wystarczającą pojemność magazynową do przechowywania nadwyżki ciepła do późniejszego wykorzystania. Wreszcie, należy zapewnić zgodność z planami zagospodarowania przestrzennego.

Przestrzeganie przepisów i wymogów prawnych ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia sprawnego i zgodnego z prawem procesu instalacji.

Linki do dalszych informacji

Pobieranie
<https://ens.dk/media/6378/>

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja: Svebølle, Dania

Podmiot/branża ciepłownictwo

Svebølle Viskinge District Heating Company to niewielka firma zajmująca się ogrzewaniem lokalnym. Elektrociepłownia dostarcza ciepło do 535 gospodarstw domowych.

W 2011 r. przedsiębiorstwo ciepłownicze uruchomiło system ogrzewania słonecznego z panelami słonecznymi o powierzchni 7000 m². W 2024 r. system został rozbudowany o dodatkowe panele słoneczne o powierzchni 3000 m² oraz dodatkowy zbiornik akumulacyjny ciepła o pojemności 2000 m³.

W celu optymalizacji temperatury zasilania i produkcji ciepła, która odbywa się poprzez połączenie spalania zrębków drzewnych i ogrzewania słonecznego, w sieci ciepłowniczej zainstalowano czujniki. Czujniki te przekazują dane w czasie rzeczywistym do systemu sterowania ciepłowni. Sterowanie, wraz z wdrożeniem ogrzewania słonecznego, spowodowało znaczną poprawę wydajności i wyników finansowych ciepłowni.

System ogrzewania słonecznego znajduje się w pobliżu nowej strefy przemysłowej w Svebølle. Lokalna firma zajmująca się ogrzewaniem miejskim zainstalowała 11 000 m² kolektorów słonecznych, aby uzupełnić produkcję ciepła opartą na zrębkach drzewnych.

Instalacja kolektorów słonecznych w Svebølle wytwarza 5000–5500 MWh/rok. W połączeniu z instalacją zbudowano zbiorniki magazynujące ciepło, które pozwalają na magazynowanie 170 MW.

Na północ od ciepłowni znajduje się obszar o powierzchni 15 hektarów przeznaczony pod nową strefę przemysłową. Ciepłownia będzie w stanie dostarczać ciepło do tego obszaru, ale istnieje również możliwość odbioru nadwyżek ciepła w przyszłości, jeśli zajdzie taka potrzeba.

Linki do dobrych praktyk

www.svf.dk (w języku duńskim)

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX (nakłady inwestycyjne) 2,03 mln EUR

Produkcja ciepła dziennie 50 MWh/dzień (w najlepszym przypadku)

Produkcja ciepła rocznie 5500 MWh/rok

1.3.3. Hybrydowa instalacja fotowoltaiczno-termiczna (PVT)

Technologia hybrydowego kolektora słonecznego PV-termicznego (PVT) wytwarza energię elektryczną za pomocą paneli fotowoltaicznych oraz ciepło za pomocą zintegrowanego systemu kolektorów. System PVT jest często stosowany jako część systemu grzewczego w połączeniu z pompami ciepła. Znacznie podnosi on wydajność pompy ciepła, zmniejszając tym samym zapotrzebowanie na energię pierwotną. Technologia PVT pozwala również zaoszczędzić miejsce potrzebne na pompy ciepła, ponieważ poprawia ich wydajność. Różnica w stosunku do zwykłego ogrzewania słonecznego polega na tym, że PVT wytwarza również energię elektryczną. Energia elektryczna jest wytwarzana z wydajnością porównywalną do zwykłych paneli fotowoltaicznych, ponieważ system termiczny chłodzi panele. Ten system kolektorów cieplnych chłodzi również panele i zwiększa produkcję energii fotowoltaicznej.

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://www.kraftringen.se/brf/energitjanster/nojda-kunder-brf/magnolia/> (w języku szwedzkim)

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Lund, Szwecja

Podmiot/branża Blok mieszkalny

Nowe bloki mieszkalne w Lund wykorzystują panele słoneczne PVT do produkcji energii dla budynków. Aby wytworzyć ciepło użytkowe za pomocą PVT w krajach skandynawskich, należy połączyć je z pompami ciepła, ale wydajność pomp ciepła w tej kombinacji jest bardzo wysoka. W tym przypadku współczynnik SCOP produkcji ciepła wynosi 4,2, a jeśli uwzględni się w obliczeniach wyprodukowaną energię elektryczną, wynosi on 8,5. Przykładowy system energetyczny obejmuje również dwa zbiorniki akumulatorowe i baterię do magazynowania energii, co jeszcze bardziej poprawia wydajność zużycia własnego. Blok zapewnia 40% ogrzewania wody, 62% ogrzewania pomieszczeń i 50% zużycia energii elektrycznej z własnego systemu energetycznego. Reszta jest kupowana z sieci energetycznej i sieci ciepłowniczej. Badania wykazały również, że panele PVT wytwarzają o 6% więcej energii elektrycznej niż panele PV na metr kwadratowy, dzięki chłodzeniu paneli.

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX (nakłady inwestycyjne) 1000 EUR + instalacja (350 Wp ePower)

Zwiększona produkcja energii fotowoltaicznej 6

1.3.4. Technologie fotowoltaiczne, słoneczne i pompy ciepła z systemami zarządzania energią

Połączenie trzech technologii ogrzewania budynków polega na zainstalowaniu paneli fotowoltaicznych na ścianach i dachach budynków publicznych wraz z gruntowymi pompami ciepła i kolektorami słonecznymi. Technologia ta łączy w sobie systemy fotowoltaiczne (PV) i pompy ciepła. Polega ona na zainstalowaniu paneli fotowoltaicznych na fasadach i dachach budynków publicznych wraz z pompami ciepła. Ponadto tradycyjne kotły węglowe zostały w dużej mierze zastąpione gruntowymi pompami ciepła.

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Turośń Kościelna, Polska

Podmiot: Budynki publiczne i prywatne

Projekt wymiany źródeł ciepła w gminie Turośń Kościelna objął ponad 400 gospodarstw domowych i ponad 10 budynków gminnych. Ponadto zbudowano ponad 70 instalacji fotowoltaicznych. Wymieniono stare kotły węglowe, zbudowano prawie 50 instalacji gruntowych pomp ciepła oraz zainstalowano ponad 270 instalacji kolektorów słonecznych do produkcji ciepła na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. W zakresie wytwarzania energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej w budynkach zainstalowano urządzenia do zarządzania energią, np. programowalne gniazda zasilające dla wybranych odbiorników, w celu optymalizacji zużycia energii wytwarzanej bezpośrednio ze słońca. Zastosowano również niekonwencjonalne metody montażu instalacji fotowoltaicznych: na pionowych elewacjach budynków lub na dachach, w celu optymalizacji produkcji energii elektrycznej na potrzeby obiektu. W wyniku realizacji projektu emisja CO₂ została zmniejszona o ponad 1000 ton, a zainstalowano ponad 300 kWp nowych mocy wytwórczych energii elektrycznej. W wyniku realizacji większość budynków komunalnych w gminie stała się budynkami o niemal zerowym zużyciu energii (NZEB) dzięki instalacji pomp ciepła, które są w pełni zasilane energią wytwarzaną przez instalacje fotowoltaiczne.

Linki do dobrych praktyk

<https://www.turosnskoscielna.pl/inwestycje/inwestycje-2019-r/>
(w języku polskim)



Instalacja w budynku użyteczności publicznej wspierająca system w Turośni Kościelnej

Wskaźniki środowiskowe:

Redukcja emisji CO₂-e: 107 ton CO₂/rok

Dodatkowa moc energii odnawialnej (MW) 0,097 Mwe + 0,080 MWt

1.3.5. Fotowoltaika, agrowoltaika

Agrowoltaika oznacza podwójne wykorzystanie gruntów rolnych do uprawy roślin i produkcji energii odnawialnej za pomocą ogniw fotowoltaicznych (PV) w panelach słonecznych. To innowacyjne podejście pozwala na jednoczesne wytwarzanie energii odnawialnej i produkcję rolną, optymalizując efektywność użytkowania gruntów i promując zarówno bezpieczeństwo żywnościowe, jak i energetyczne. Agrowoltaika może pomóc w łagodzeniu problemów związanych z niedoborem gruntów i przyczynić się do przejścia na bardziej przyjazne dla środowiska i opłacalne ekonomicznie praktyki rolnicze.

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Projekt UE „Horyzont 2020” HyPErFarm (Dania, Niemcy, Belgia)

Podmiot/branża Rolnictwo

HyPErFarm ma jeden główny cel: radykalne ograniczenie zużycia paliw kopalnych w rolnictwie. Aby osiągnąć ten cel dekarbonizacji, w ramach projektu aktywnie poszukuje się rozwiązań biznesowych, które rolnicy mogliby wdrożyć, aby ograniczyć zużycie paliw kopalnych i osiągnąć korzyści ekonomiczne. Kluczem do rozwiązania tej kwestii jest produkcja energii. Dzięki agrowoltaice sektor rolniczy ma nie tylko potencjał, aby znacznie ograniczyć zużycie paliw kopalnych, ale także produkować energię, którą można wykorzystać w gospodarstwie.

Opracowane koncepcje są prezentowane w trzech różnych instalacjach pilotażowych w trzech różnych krajach europejskich, o zróżnicowanych warunkach klimatycznych.

Produkcja rolna i energetyczna są dokładnie oceniane i porównywane między regionami, a także pod kątem społecznych, środowiskowych i prawnych aspektów tych systemów na poziomie krajowym i europejskim.

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://hyperfarm.eu/>





1.4. Energia wiatrowa

Energia wiatrowa jest czystym, odnawialnym źródłem energii, które wykorzystuje naturalny ruch powietrza do wytwarzania energii elektrycznej. Energia wiatrowa to proces przekształcania energii kinetycznej prądów powietrza atmosferycznego w energię mechaniczną, a następnie w energię elektryczną, zazwyczaj za pomocą aerodynamicznie zaprojektowanych turbin wiatrowych. Duże turbiny wiatrowe, często umieszczone w obszarach wietrznych lub na morzu, przechwytyją energię kinetyczną wiatru za pomocą obracających się łopat. Energia mechaniczna jest następnie przekształcana w energię elektryczną za pomocą generatora. Energia wiatrowa jest przyjazna dla środowiska, ponieważ nie powoduje emisji gazów cieplarnianych i zmniejsza zależność od paliw kopalnych. Jest to jedno z najszybciej rozwijających się źródeł zrównoważonej energii na świecie.

Poniżej przedstawiamy dwa wybrane przykłady dobrych praktyk.

Hybryda energii słonecznej i wiatrowej Systemy fotowoltaiczne wykorzystują przestrzeń pod lub obok turbiny wiatrowej, aby wykorzystać różne okresy wytwarzania energii i osiągnąć oszczędności oraz synergii dzięki wspólnemu wykorzystaniu infrastruktury energetycznej.

Turbiny wiatrowe o osi pionowej (VAWT) Turbiny wiatrowe o osi pionowej (VAWT) to turbiny wiatrowe służące do wytwarzania energii elektrycznej, które mają oś pionową zamiast poziomej.

Przykłady dobrych praktyk:

1.4.1. Hybrydy energii słonecznej i wiatrowej

Lokalizacja:	Parchim, Niemcy
Branża:	przemysł wytwórczy (44 przedsiębiorstwa z sektora handlowego (18), komercyjnego (13), usługowego (12) oraz jedno przedsiębiorstwo z sektora przemysłowego)

Güterverkehr Zentrum (GVZ; centrum transportu towarowego) to miejsce, które służy do przeładunku towarów z jednego środka transportu na inny. W ciągu dnia potrzebna jest umiarkowana ilość energii elektrycznej, stosunkowo równomiernie rozłożona w ciągu dnia. Na terenie GVZ stopniowo instalowano kilka elektrowni.

Wraz z realizacją projektu hybrydowego wiatrowego i fotowoltaicznego w GVZ, deweloper projektu (WIND-project) dąży do osiągnięcia celu, jakim jest oszczędne wykorzystanie gruntów do produkcji energii odnawialnej oraz wspólne wykorzystanie istniejącej infrastruktury poprzez eksploatację turbiny wiatrowej. Turbina wiatrowa Nordex N117, która została zrealizowana w 2014 roku, została w ostatnich miesiącach rozbudowana o system fotowoltaiczny o mocy 750 kWp. Aby uzyskać wysoką wydajność powierzchniową, moduły systemu fotowoltaicznego zainstalowano zarówno w bezpośrednim sąsiedztwie, jak i pod łopatkami wirnika turbiny wiatrowej. Elektrownia wiatrowa i elektrownia fotowoltaiczna mają wspólny punkt przyłączenia do sieci i wspólną infrastrukturę sieciową w sieci Stadtwerke. Obecnie energia elektryczna wytwarzana przez ogniwa słoneczne i turbiny wiatrowe stała się konkurencyjna cenowo w wielu regionach, a systemy te są wdrażane na dużą skalę w celu zasilania sieci energetycznej. Bez wykorzystania ogniw fotowoltaicznych i turbin wiatrowych energia elektryczna musiałaby być pobierana z ogólnej sieci energetycznej, która jest zasilana głównie z paliw kopalnych (np. węgla, ropy naftowej, energii jądrowej).

Ogniwo fotowoltaiczne (PV) to technologia pozyskiwania energii, która przekształca energię słoneczną w użyteczną energię elektryczną w procesie zwanym efektem fotowoltaicznym. Turbiny wiatrowe przekształcają dostępny wiatr w energię mechaniczną, a następnie głównie w energię elektryczną. Odbywa się to za pomocą generatora. Dzisiejsze duże turbiny to głównie trójłopatkowe wirniki nośne z osią poziomą i wirnikiem po stronie zewnętrznej.

Wytwarzanie energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych w ramach wspólnego systemu ma kilka zalet. Z jednej strony pozwala to zaoszczędzić miejsce. W zależności od warunków technicznych, organizacyjnych i regulacyjnych, instalacje fotowoltaiczne można budować aż do fundamentów turbiny wiatrowej, ale na pewno do promienia wirnika.

Kolejną zaletą jest to, że systemy wytwarzają różne ilości energii elektrycznej w różnych porach. Oznacza to, że linie, magazyny energii elektrycznej, transformatory i inne systemy mogą być mniejsze niż w przypadku, gdyby oba systemy działały oddzielnie.

Linki do dodatkowych informacji

www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics
www.nrel.gov/research/re-photovoltaics



© Molgreen - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0

Systemy fotowoltaiczne mogą wykorzystywać przestrzeń pod lub obok turbiny wiatrowej, aby wykorzystać różne pory generowania energii i osiągnąć oszczędności oraz synergię dzięki wspólnemu wykorzystaniu infrastruktury energetycznej.

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX:	PV (> 1 MWp) = 800 [EUR/kWp], energia wiatrowa = 800-1400 [EUR/kWp]
Koszty operacyjne	~2 % nakładów inwestycyjnych

1.4.2. Turbiny wiatrowe z pionową osią (VAWT)

Lokalizacja:	Raisio, Finlandia
Podmiot/branża	Turbiny wiatrowe

Turbiny wiatrowe o osi pionowej (VAWT) to turbiny wiatrowe służące do wytwarzania energii elektrycznej, które zamiast osi poziomej posiadają os pionową.

Dzięki pionowej osi mogą wytwarzać energię elektryczną przy wietrze wiejącym z dowolnego kierunku, ale ich powierzchnia omiotania jest mniejsza niż w przypadku turbin poziomych. Ze względu na mniejszą powierzchnię omiotania nie wytwarzają one tyle energii, co turbiny poziome, ale mogą wytwarzać energię przy niższych i wyższych prędkościach wiatru. Turbiny VAWT powodują również mniej hałasu, zagrożeń i wibracji, dzięki czemu można je instalować bliżej innych obiektów infrastruktury i ludzi. Są również bardziej wytrzymałe i wymagają mniej konserwacji.

Firma Windside OY zainstalowała turbiny pionowe w centrum handlowym Mylly, aby zapewnić lokalną produkcję energii i stworzyć charakterystyczny element budynku. Zainstalowano dwie turbiny wiatrowe WS-12, które wytwarzają około 500 kWh energii rocznie. Doświadczenie pokazało, że chociaż turbiny mogą nadal wytwarzać energię przy dużych prędkościach wiatru, to przy prędkościach powyżej 15 m/s zaczynają się zbyt chwiać, aby można było z nich korzystać. Ponadto koszty konserwacji są najwyraźniej tak wysokie, że inwestycja ta nie jest opłacalna ekonomicznie.

Referencje Windside:

Galeria | Oy Windside Production Ltd

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://windside.com/>



1.5. Gazyfikacja i fermentacja

Gazyfikacja i fermentacja beztlenowa to dwa procesy wykorzystywane do przekształcania materiałów organicznych w energię, ale działają one w różny sposób.

Gazyfikacja to proces termochemiczny polegający na podgrzewaniu materiałów organicznych (takich jak biomasa lub odpady) w wysokich temperaturach przy ograniczonej ilości tlenu. W wyniku tego procesu materiał zamienia się w gaz palny (syngaz), który może być wykorzystywany do wytwarzania energii elektrycznej lub paliw. Gazyfikacja jest często stosowana w przypadku materiałów takich jak drewno, odpady rolnicze i inne odpady.

Z kolei fermentacja beztlenowa to proces biologiczny, w którym mikroorganizmy rozkładają materię organiczną w warunkach beztlenowych. W wyniku tego procesu powstaje biogaz, głównie metan, który można wykorzystać do produkcji energii. Fermentacja beztlenowa jest powszechnie stosowana w przypadku odpadów spożywczych, osadów ściekowych i odpadów rolniczych.

Obie technologie przyczyniają się do gospodarki odpadami i produkcji energii odnawialnej, ale różnią się metodami działania — zgazowanie opiera się na kontroli ciepła i tlenu, natomiast fermentacja beztlenowa opiera się na procesach biologicznych.

Poniżej przedstawiono 5 przypadków odnoszących się do tych technologii:

Gazyfikacja: Materiały węglowe są przekształcane w gazy (wodór, azot i inne) bez spalania w celu uzyskania cennych materiałów do produkcji energii i innych produktów.

Bioetanol (druga generacja): Technologia bioetanolu odnosi się do produkcji bioetanolu poprzez biokonwersję biowęglu z różnych źródeł organicznych. W przeciwieństwie do bioetanolu pierwszej generacji, który wykorzystuje głównie uprawy spożywcze, takie jak kukurydza i trzcina cukrowa, bioetanol drugiej generacji stanowi bardziej zrównoważoną i przyjazną dla środowiska alternatywę dla produkcji biopaliw.

Biometan (druga generacja): Biometan, znany również jako odnawialny gaz ziemny, jest niemal czystym źródłem metanu pozyskiwanym z biogazu poprzez usuwanie zanieczyszczeń, takich jak CO i CO₂. Jest on wytwarzany poprzez uszlachetnianie biogazu (stanowi 90% światowej produkcji) lub termiczne zgazowanie biomasy, a następnie metanizację.

Biogaz – druga generacja: Technologia biogazowa polega na produkcji biogazu, odnawialnego źródła energii, poprzez beztlenową fermentację materiałów organicznych; proces, w którym bakterie rozkładają materię organiczną, taką jak odpady rolnicze, odchody zwierzęce, ścieki i odpady spożywcze, w warunkach beztlenowych.

Fermentacja beztlenowa/fermentacja: Fermentacja beztlenowa to sekwencja procesów, w których mikroorganizmy rozkładają materiały biodegradowalne w warunkach beztlenowych. Proces ten jest wykorzystywany do celów przemysłowych lub domowych w celu zarządzania odpadami i/lub produkcji biogazu (paliw). Produktem ubocznym tego procesu jest gnojowica, która stanowi nawóz bogaty w składniki odżywcze.

1.5.1. Gazyfikacja

W procesie zgazowania materiały węglowe są przekształcane w gazy (wodór, azot i inne) bez spalania w celu uzyskania cennych materiałów do produkcji energii i innych produktów.

Pomyślne wdrożenie tego rozwiązania wymaga spełnienia pewnych warunków wstępnych. Po pierwsze, musi istnieć wystarczająca podaż surowca, takiego jak ścieki. Ponadto konieczna jest odpowiednia przestrzeń, aby pomieścić wymaganą infrastrukturę. Wreszcie, lokalizacja powinna znajdować się najlepiej na terenie komercyjnym lub przemysłowym, ponieważ emisje powstające w trakcie procesu mogą potencjalnie zakłócać spokój społeczności mieszkaniowych.

Energia zawarta w biomasie i stałych odpadach komunalnych może zostać odzyskana poprzez zgazowanie, przekształcając te materiały w cenne produkty i eliminując potrzebę składowania lub spalania. Oszczędza się w ten sposób CO₂. Biomasa to odnawialny materiał organiczny pochodzący z roślin i zwierząt. Wykorzystuje się ją do produkcji energii elektrycznej i innych wartościowych produktów, takich jak chemikalia, nawozy i paliwa. W wielu krajach rozwiniętych coraz częściej stosuje się paliwa z biomasy do wytwarzania energii elektrycznej i transportu, aby uniknąć emisji dwutlenku węgla wynikającej ze spalania paliw kopalnych. Pozwala to na wykorzystanie większej liczby technologii i osiągnięcie synergii w sieci.

Linki do dalszych informacji

www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-bio-mass-gasification

www.carboncollective.co/sustainable-investing/gasification

Przykłady dobrych praktyk

Oczyszczalnia ścieków dostarcza ciepło i energię elektryczną

Lokalizacja:	Grevesmühlen, Niemcy
Podmiot/branża	Oczyszczalnia ścieków dostarcza ciepło i energię elektryczną dla przemysłu wytwórczego.

- Garnelen Farm Grevesmühlen GmbH & Co. KG,
- HanseGarnelen Grevesmühlen GmbH,
- Sägewerkstechnik Harmut Lingk

Od 2014 roku lokalna oczyszczalnia ścieków jest pierwszą oczyszczalnią ścieków typu energy-plus w Niemczech. Oczyszczalnia ścieków wytwarza więcej energii odnawialnej niż zużywa i ma jeszcze większą nadwyżkę ciepła. Wykorzystuje również system fotowoltaiczny do suszenia osadów ściekowych za pomocą energii słonecznej.

W 2019 r. park przemysłowy zużył 4,125 MW/h energii. Prawie 100% zapotrzebowania na ciepło pokrywa ciepło odpadowe z oczyszczalni ścieków. Dzięki współpracy lokalnych przedsiębiorstw i oczyszczalni ścieków powstały trzy lokalne sieci ciepłownicze. Hodowla krewetek jest zasilana przez sieć ciepłowniczą nr 1, a jej ścieki są oczyszczane w Oczyszczalni ścieków. Sieć ciepłownicza nr 2 to sieć lokalna oczyszczalni ścieków. Przedsiębiorstwo komunalne obsługuje trzecią sieć ciepłowniczą, która zasilą firmę Enosys Recycling.

Obszar przemysłowy Grevesmühlen Nordwest pokrywa 81 procent swojego zapotrzebowania na energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii. Jedna z firm eksploatuje instalację fotowoltaiczną, aby wykorzystywać własną energię elektryczną. Dwa parki słoneczne zaopatrują cały obszar w energię elektryczną, a nadwyżki przekazują do publicznej sieci energetycznej. Jednym z nich jest park słoneczny wspierany przez stowarzyszenie „Stadt ohne Watt – Verein für nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung”.

Linki do dobrych praktyk

www.gruene-gewerbegebiete.de/grevesmuehlen (w języku niemieckim)

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX: 5000 EUR/kW

OPEX: 4% od CAPEX

1.5.2. Bioetanol – druga generacja

Technologia bioetanolu odnosi się do produkcji bioetanolu w wyniku biokonwersji biowęgla pochodzącego z różnych źródeł organicznych. W przeciwieństwie do bioetanolu pierwszej generacji, który wykorzystuje głównie uprawy spożywcze, takie jak kukurydza i trzcina cukrowa, bioetanol drugiej generacji stanowi bardziej zrównoważoną i przyjazną dla środowiska alternatywę dla produkcji biopaliw. Bioetanol drugiej generacji jest produkowany z biomasy lignocelulozowej, która obejmuje materiały roślinne, takie jak resztki poźniwne (łodygi, liście), zrębki drzewne, słoma, trawy i niejadalne części roślin. Surowce te są dostępne w dużych ilościach i nie konkurują z produkcją żywności, co zmniejsza obawy dotyczące bezpieczeństwa żywnościowego i wylesiania.

Produkcja bioetanolu drugiej generacji generuje cenne produkty uboczne. Na przykład lignina, produkt uboczny procesu wstępnej obróbki, może być wykorzystywana do produkcji chemikaliów i materiałów. Ponadto biomasa pozostała po ekstrakcji etanolu może być wykorzystywana do różnych celów, takich jak pasza dla zwierząt lub dalsze przetwarzanie w celu produkcji biogazu.

Pomyślna produkcja bioetanolu zależy od kilku kluczowych warunków wstępnych. Stabilny i rosnący popyt rynkowy ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia długoterminowej rentowności i przyciągnięcia inwestycji. Równie ważna jest dostępność surowców lignocelulozowych, takich jak produkty rolne i

odpady leśne lub odpady organiczne, aby utrzymać stały przepływ produkcji. Aby wesprzeć działalność, konieczne jest również stworzenie wydajnej infrastruktury do zbierania, przechowywania i transportu dużych ilości biomasy. Ponadto niezbędne są skalowalne i opłacalne procesy produkcyjne, optymalizujące każdy etap od wstępnej obróbki po fermentację i oczyszczanie, aby zmaksymalizować wydajność etanolu przy jednoczesnym zminimalizowaniu kosztów.

Polityka rządowa i zachęty, takie jak dotacje i ulgi podatkowe, mogą dodatkowo pobudzić inwestycje i ekspansję w zakresie produkcji bioetanolu drugiej generacji. Jednocześnie zapewnienie, że proces ten jest

Linki do dalszych informacji

Bioetanol drugiej generacji – przegląd - Global Waste Cleaning Network (gwcweb.org)

zrównoważony pod względem środowiskowym i społecznym, ma kluczowe znaczenie dla długoterminowego sukcesu. Wreszcie, świadomość społeczna i akceptacja technologii bioetanolu odgrywają istotną rolę w tworzeniu sprzyjającego otoczenia rynkowego i politycznego, pomagając zapewnić jej miejsce w krajobrazie energii odnawialnej.

Bez technologii bioetanolu drugiej generacji przemysł biopaliwowy stanąłby przed poważnymi wyzwaniami środowiskowymi, społecznymi i gospodarczymi. Przejście na surowce nie pochodzące z produkcji spożywczej oraz opracowanie bardziej zrównoważonych i wydajnych metod produkcji mają zasadnicze znaczenie dla złagodzenia tych wyzwań i stworzenia bardziej przyjaznego dla środowiska i odpowiedzialnego społecznie przemysłu biopaliwowego. Badania i inwestycje w zaawansowane technologie biopaliwowe mają kluczowe znaczenie dla osiągnięcia tych celów i ograniczenia negatywnego wpływu związanego z tradycyjną produkcją biopaliw.

Jeśli chodzi o symbiozę w Kalundborgu, bez tej technologii przedsiębiorstwa uczestniczące w symbiozie mogłyby być zmuszone do poszukiwania alternatywnych źródeł bioetanolu, ligniny lub hemicelulozy.

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Kalundborg, Dania

Podmiot/branża Meliora

Meliora, z siedzibą w Kalundborgu, stanowi przełomowy przykład zrównoważonej produkcji bioetanolu. Wykorzystując słomę od lokalnych rolników jako główny surowiec, Meliora jest pionierem w dziedzinie pierwszej na świecie pełnowymiarowej fabryki bioetanolu drugiej generacji. W przeciwieństwie do tradycyjnych zakładów produkujących bioetanol, Meliora koncentruje się na wykorzystaniu odpadów rolniczych, a konkretnie słomy, do produkcji bioetanolu, rozwiązując w ten sposób problemy środowiskowe związane z produkcją bioetanolu pierwszej generacji.

Proces produkcji Meliora rozpoczyna się od zebrania słomy z lokalnych gospodarstw, która w przeciwnym razie zostałaby potraktowana jako odpad lub spalona, powodując zanieczyszczenie środowiska. Słoma poddawana jest skutecznym procesom wstępnej obróbki w celu rozbicia celulozy i hemicelulozy na cukry fermentacyjne. Zastosowanie innowacyjnych technik hydrolizy enzymatycznej i fermentacji pozwala przekształcić te cukry w wysokiej jakości bioetanol, zapewniając maksymalną wydajność i efektywność.

Meliora nawiązała współpracę z Comet Bio, wiodącą firmą biotechnologiczną specjalizującą się w ekstrakcji cennych związków z biomasy. W ramach tej współpracy firma Comet Bio wykorzystuje produkty uboczne hemicelulozy powstające podczas procesu produkcji bioetanolu przez Meliora do produkcji prebiotyków, które są niezbędne dla zdrowia jelit ludzi i zwierząt. Wykorzystanie hemicelulozy nie tylko zmniejsza ilość odpadów, ale także tworzy dodatkowe źródło przychodów zarówno dla Meliora, jak i Comet Bio.

Ponadto Meliora wytwarza ligninę, kolejny produkt uboczny procesu produkcji bioetanolu. Lignina, złożony polimer organiczny, jest cennym surowcem, który może być wykorzystywany w różnych gałęziach przemysłu, takich jak

Linki dotyczące dobrych praktyk

Meliora Bio - Energy
Solutions (meliora-bio.com)

produkcji biotworzyw, klejów i włókien węglowych. Meliora nawiązuje współpracę z firmami działającymi w tych sektorach, dbając o to, aby lignina nie była marnowana i przyczyniała się do rozwoju produktów przyjaznych dla środowiska.

Meliora produkuje około 4,5 miliona litrów bioetanolu 2G (odpowiednik etanolu):

Materiały wejściowe: W procesie tym wykorzystuje się około 35 000 ton pozostałości słomy pszenicznej (o maksymalnej wilgotności 18%) pochodzącej z lokalnych/regionalnych gospodarstw rolnych, która jest fermentowana w celu zastąpienia źródeł żywności/cukru.

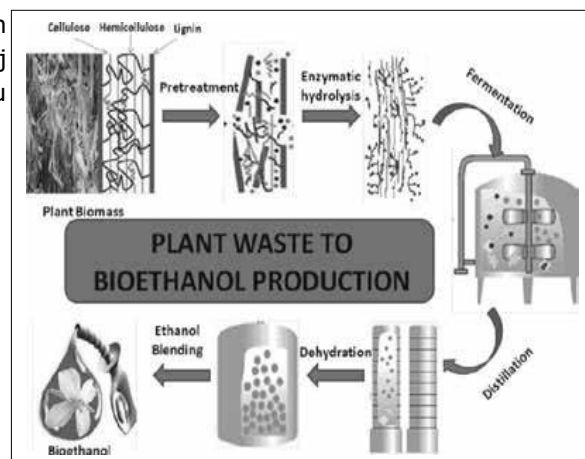
Perspektywa symbiozy przemysłowej:

W kontekście symbiozy przemysłowej produkcja bioetanolu drugiej generacji generuje kilka produktów ubocznych, które mogą być wykorzystywane przez innych partnerów symbiozy, na przykład hemiceluloza i woda (cukry C5 w roztworze wodnym) jako składniki żywności w firmie Comet, pozostałości biomasy z fermentacji do produkcji biogazu w Kalundborg Bioenergy oraz lignina do produkcji asfaltu w Avista Green.

Produkcja bioetanolu drugiej generacji w Kalundborgu czerpie korzyści z symbiozy, wykorzystując zielony strumień z elektrowni Asnæs i wody powierzchniowe z jeziora Tissø.

Wskaźnik środowiskowy:

Redukcja emisji CO₂: ok. 85%



Produkcja bioetanolu drugiej generacji: stan wiedzy: od aktualnego stanu do praktycznego wdrożenia – dane naukowe dotyczące badań – Dostępne na stronie: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-illustration-of-second-generation-bioethanol-production-process_fig2_326520090 [dostęp: 23 października 2023 r.]

1.5.3. Biometan – druga generacja

Biometan, znany również jako odnawialny gaz ziemny, jest niemal czystym źródłem metanu pozyskiwanym z biogazu poprzez usuwanie zanieczyszczeń, takich jak CO i CO₂. Jest on wytwarzany poprzez uszlachetnianie biogazu (stanowi 90% światowej produkcji) lub termiczne zgazowanie biomasy, a następnie metanizację. Biometan jest chemicznie identyczny z gazem ziemnym, nie wymaga zmian infrastrukturalnych i nadaje się do różnych zastosowań, w tym do pojazdów napędzanych gazem ziemnym. Biometan ma dolną wartość opałową (LHV) około 36 MJ/m³.

Pomyślna produkcja biometanu zależy od kilku ważnych warunków wstępnych. Niezbędne do utrzymania stałej produkcji jest ciągłe i niezawodne dostawy odpadów organicznych, takich jak pozostałości rolnicze, odpady spożywcze, ścieki i biomasa. Kluczowe znaczenie ma również dostęp do instalacji do fermentacji beztlenowej, ponieważ to właśnie w nich materiały organiczne są rozkładane w warunkach beztlenowych w celu wytworzenia biogazu – surowca do produkcji

biometanu. Aby zapewnić przydatność gazu do użytku, konieczne są inwestycje w technologie i infrastrukturę służące do oczyszczania biogazu do postaci wysokiej jakości biometanu.

Ponadto sprzyjająca polityka rządowa, regulacje i zachęty finansowe mogą stymulować innowacje i zachęcać do inwestycji w tym sektorze. Silny popyt rynkowy na biometan – jako paliwo do pojazdów napędzanych gazem ziemnym, do ogrzewania lub do wytwarzania energii elektrycznej – jest kolejnym kluczowym czynnikiem sukcesu komercyjnego. Świadomość społeczna dotycząca korzyści dla środowiska, takich jak zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i zrównoważona gospodarka odpadami, również odgrywa rolę w uzyskaniu poparcia społecznego. Wreszcie, obecność istniejącej infrastruktury gazowej, która jest kompatybilna z biometanem, ułatwia integrację tego odnawialnego paliwa z obecnymi systemami energetycznymi.

Bez technologii biometanu odpady organiczne zanieczyszczałyby środowisko, a Państwo byłoby bardziej uzależnieni od paliw kopalnych, co zwiększyłoby zanieczyszczenie i utrudniło osiągnięcie celów klimatycznych. Koszty energii mogłyby wzrosnąć, a możliwości wprowadzenia zrównoważonych praktyk i wzrostu gospodarczego dzięki recyklingowi zostałyby zaprzepaszczone.

Jeśli chodzi o symbiozę w Kalundborgu, bez tej technologii przedsiębiorstwa uczestniczące w symbiozie musiałyby poszukiwać alternatywnych rozwiązań w zakresie gospodarowania odpadami organicznymi i alternatywnych źródeł biometanu.

Technologia biometanu poprawia sytuację energetyczną, zapewniając zrównoważone, niskoemisyjne źródło energii, zmniejszając szkodliwość dla środowiska i przyczyniając się do bardziej zróżnicowanego i przyjaznego dla środowiska krajobrazu energetycznego.

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Kalundborg, Dania

Podmiot/branża Kalundborg Bioenergy

Kalundborg Bioenergy odgrywa istotną rolę w zrównoważonym rozwoju poprzez przetwarzanie pozostałości z produkcji insuliny i enzymów w firmach Novo Nordisk i Novozymes na biometan o jakości odpowiadającej gazowi ziemnemu. Biometan ten jest dystrybuowany przez sieć gazową do rafinerii Kalundborg i innych odbiorców. Proces przetwarzania, oprócz produkcji wysokiej jakości biometanu, usuwa również siarkowodor i dwutlenek węgla. Ponadto w pomysłowy sposób przywraca siarkę z siarkowodoru do pozostałej biomasy, wzbogacając nawozy produkowane przez biogazownię. To innowacyjne podejście nie tylko zapewnia czystą energię, ale także przyczynia się do rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym poprzez efektywne przetwarzanie zasobów.

Kalundborg Bioenergy produkuje około 46 milionów metrów sześciennych biogazu, który po usunięciu CO₂/CO, siarkowodoru i wody jest przetwarzany na około 30 milionów metrów sześciennych biometanu rocznie (co odpowiada około 27 milionom metrów sześciennych gazu ziemnego).

Linki do dalszych informacji

Wprowadzenie do biogazu i biometanu – Perspektywy dla biogazu i biometanu: perspektywy wzrostu organicznego – Analiza – IEA

Materiały wejściowe: W procesie tym wykorzystuje się rocznie około 450 000 ton mokrej biomasy resztkowej pochodzącej głównie z lokalnego przemysłu (biogazowanej) – zastępującej źródła żywności/cukru.

Produkty końcowe: CO₂ (22 000 metrów sześciennych) nie jest obecnie wykorzystywane, ale planuje się jego integrację z centrum CO₂ w Kalundborgu (przez Ørsted i konsorcjum symbiozy) – może zastąpić węgiel kopalny jako paliwo i bioplastik. Zmineralizowany płynny nawóz jest ponownie wykorzystywany w rolnictwie, zastępując inne nawozy pochodzenia kopalnego.

Perspektywa symbiozy przemysłowej w odniesieniu do technologii

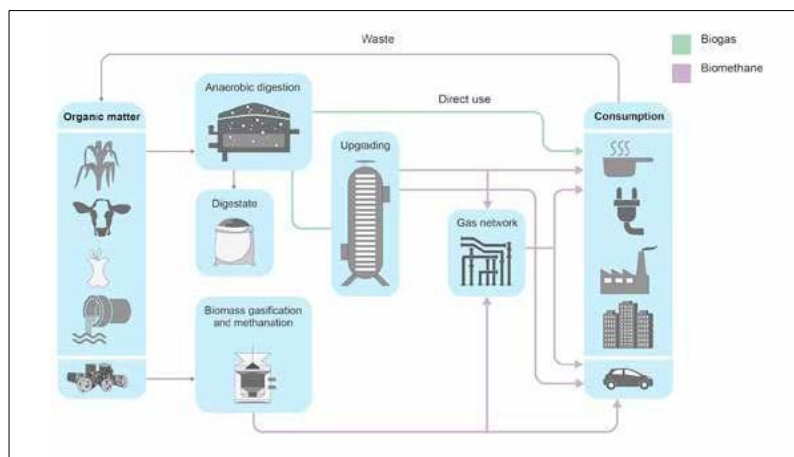
W kontekście symbiozy przemysłowej produkcja biometanu może być wykorzystywana do przetwarzania odpadów organicznych wytwarzanych przez kilka przedsiębiorstw w okolicy. W ramach symbiozy w Kalundborgu firma Kalundborg Bioenergy wykorzystuje biomase pochodzącą z przedsiębiorstw Novo Nordisk i Novozymes do produkcji biogazu i nawozów organicznych. Dzięki wspólnemu wykorzystywaniu zasobów i współpracy w zakresie odpadów

Dzięki odpowiedniemu zarządzaniu przedsiębiorstwa należące do sieci symbiotycznej mogą osiągnąć oszczędności ekonomiczne. W ramach symbiozy przemysłowej wiele firm może dzielić się początkowymi kosztami inwestycji związanymi z budową biogazowni. Dzięki temu obciążenie finansowe dla każdego z partnerów staje się łatwiejsze do udźwignięcia.

Kalundborg Bioenergy dostarcza biometan zarówno do lokalnej sieci gazowej (4 bar), jak i krajowej sieci gazowej (19 bar). Niższe wymagania ciśnieniowe dla lokalnej sieci gazowej w kontekście symbiozy przemysłowej mają trwałe zalety dla dostaw biometanu do sąsiednich przedsiębiorstw; niższe ciśnienie wymaga mniej energii do sprężania i transportu.

Linki do dobrych praktyk

Kalundborg Bioenergi A/S – Bigadan



Wskaźniki ekonomiczne

CAPEX (nakłady inwestycyjne): trzycyfrowa kwota w milionach koron (DKK). Inwestycja w podwojenie pojemności zbiorników = 4,1 mln euro

Wskaźnik środowiskowy

Redukcja emisji CO₂: 17 000 ton/rok

1.5.4. Biogaz – druga generacja

Technologia biogazu polega na produkcji biogazu, odnawialnego źródła energii, poprzez beztlenową fermentację materiałów organicznych; proces, w którym bakterie rozkładają materię organiczną, taką jak odpady rolnicze, odchody zwierzęce, ścieki i odpady spożywcze, w warunkach beztlenowych.

Biogaz jest mieszaniną metanu (CH₄) i dwutlenku węgla (CO₂), przy czym metan stanowi główny składnik (zazwyczaj około 50–70%). Metan jest cennym składnikiem wykorzystywanym jako czyste źródło energii.

Biogaz można magazynować i wykorzystywać jako źródło energii odnawialnej do różnych zastosowań, w tym do wytwarzania energii elektrycznej, ogrzewania i transportu.

Technologia biogazu jest przyjazna dla środowiska, ponieważ pomaga w gospodarowaniu odpadami poprzez przekształcanie odpadów organicznych w energię i cenne produkty uboczne, zmniejszając emisję gazów cieplarnianych i przyczyniając się do zrównoważonych praktyk rolniczych. Jest to wszechstronne i zrównoważone źródło energii odnawialnej, które ma różne zastosowania w różnych sektorach. Pomyślna produkcja biogazu zależy od szeregu kluczowych warunków wstępnych. Przede wszystkim musi istnieć stały dopływ odpadów organicznych, ponieważ stanowią one główny surowiec do wytwarzania biogazu. Istotne znaczenie ma również odpowiedniość surowca pod względem składu i biodegradowalności, ponieważ ma to bezpośredni wpływ na wydajność gazową. Aby efektywnie projektować, budować i eksploatować biogazownię, niezbędna jest wiedza techniczna i doświadczenie, poparte odpowiednimi inwestycjami i finansowaniem pokrywającym koszty infrastruktury, wyposażenia i bieżącej eksploatacji.

Dostęp do niezbędnych mediów i infrastruktury, w tym sieci wodociągowej, elektrycznej i transportowej, ma kluczowe znaczenie dla sprawnego funkcjonowania. Równie ważna jest świadomość społeczna i wsparcie społeczności lokalnej, które pomagają w uzyskaniu akceptacji lokalnej i zapewniają długoterminową rentowność. Polityka i regulacje wspierające na wszystkich szczeblach rządowych mogą dodatkowo zachęcić do rozwoju i skalowania technologii biogazowych. Ponadto dostępność wykwalifikowanej siły roboczej zapewnia prawidłowe funkcjonowanie i konserwację zakładu. Wreszcie, przeprowadzenie dokładnych ocen oddziaływania na środowisko ma kluczowe znaczenie dla zapobiegania szkodom dla ekosystemów i okolicznych społeczności, zapewniając odpowiedzialne zarządzanie odpadami, kontrolę zapachów i monitorowanie emisji.

Brak technologii biogazowej spowodowałby problemy środowiskowe, wzrost emisji gazów cieplarnianych, utratę możliwości produkcji energii odnawialnej oraz utrudniłby rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich. Wdrożenie technologii biogazowej pomaga rozwiązać te problemy, zapewniając zrównoważone rozwiązanie w zakresie gospodarowania odpadami organicznymi i wytwarzania czystej energii.

Linki do dalszych informacji

Jak powstaje biogaz – Bigadan,
Jak powstaje biogaz? | Gasum

Jeśli chodzi o symbiozę w Kalundborgu, bez tej technologii przedsiębiorstwa uczestniczące w symbiozie musiałyby prawdopodobnie poszukiwać alternatywnych rozwiązań w zakresie gospodarowania odpadami organicznymi i źródeł biogazu.

W jaki sposób technologia ta poprawia sytuację energetyczną?

Biogaz jest odnawialnym źródłem energii wytwarzanym z materiałów organicznych. Wykorzystując zawartość metanu w biogazie, można go wykorzystać do wytwarzania energii elektrycznej, zastępując nieodnawialne źródła, takie jak węgiel lub gaz ziemny. Technologia biogazu pozwala na zdecentralizowaną produkcję energii, co zmniejsza zapotrzebowanie na rozbudowaną infrastrukturę transportu energii, czyniąc produkcję energii bardziej wydajną i opłacalną.

Biogazownie mogą zapewnić stabilne i stałe dostawy energii, w przeciwieństwie do niektórych innych odnawialnych źródeł energii, takich jak energia wiatrowa i słoneczna.

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja:	Kalundborg, Dania
Podmiot/branża	Kalundborg Bioenergy (należąca do Bigadan)

Potencjał biogazu i nawozów pochodzących z biomasy resztkowej z Novozymes (Novogro®) i Novo Nordisk (zawiesina drożdżowa – mieszanka odżywcza) jest wykorzystywany i realizowany w biogazowni Kalundborg Bioenergy w ramach Kalundborg Symbiosis. W biogazowni biogaz jest produkowany i ulepszany do jakości gazu ziemnego (biometan) poprzez proces rafinacji, w którym z produktu usuwany jest dwutlenek węgla i siarkowodór. Biometan jest dostarczany do lokalnych przedsiębiorstw (Gyproc, Unibio i rafineria Kalundborg) oraz do odbiorców końcowych za pośrednictwem krajowej sieci gazowej.

Siarka z frakcji siarkowodoru jest zbierana i ponownie wykorzystywana w nawozach wraz ze zgazowaną pozostałością biomasy. Kalundborg Bioenergy produkuje około 46 milionów metrów sześciennych biogazu, który po usunięciu CO₂/CO, siarkowodoru i wody jest przetwarzany na około 30 milionów metrów sześciennych biometanu rocznie (co odpowiada około 27 milionom metrów sześciennych gazu ziemnego).

Materiały wejściowe: W procesie tym wykorzystuje się rocznie około 450 000 ton mokrej biomasy resztkowej pochodzącej głównie z lokalnego przemysłu (biogazowanej) – zastępującej źródła żywności/cukru.

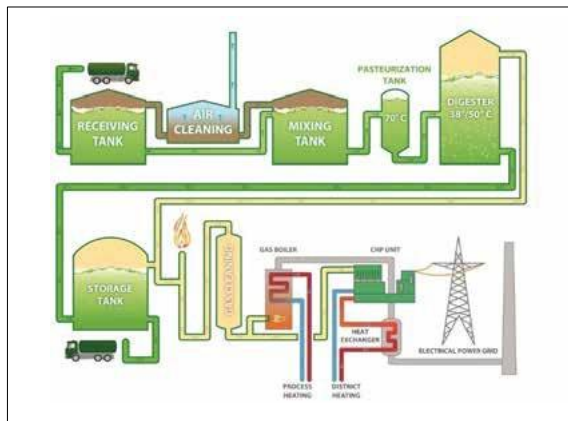
Produkty wyjściowe: CO₂ (22 000 metrów sześciennych) nie jest obecnie wykorzystywane, ale planuje się jego integrację z centrum CO₂ w Kalundborgu (przez Ørsted i konsorcjum symbiozy) – może zastąpić węgiel kopalny w paliwach i biotworzywach. Zmineralizowany płynny nawóz jest ponownie wykorzystywany w rolnictwie – zastępując inne nawozy pochodzenia kopalnego.

Perspektywa symbiozy przemysłowej w odniesieniu do technologii

W kontekście symbiozy przemysłowej produkcja biogazu może być wykorzystywana do przetwarzania odpadów organicznych wytwarzanych przez kilka przedsiębiorstw w okolicy. W ramach symbiozy w Kalundborgu firma Kalundborg Bioenergy wykorzystuje biomasę pochodzącą z Novo Nordisk i Novozymes do produkcji biogazu i nawozów organicznych. Dzięki wspólnemu wykorzystywaniu zasobów i współpracy w zakresie gospodarki odpadami przedsiębiorstwa należące do sieci symbiozy mogą osiągnąć oszczędności ekonomiczne. W ramach symbiozy przemysłowej wiele przedsiębiorstw może dzielić się początkowymi kosztami inwestycji związanymi z budową biogazowni. Dzięki temu obciążenie finansowe dla każdego z partnerów staje się łatwiejsze do udźwignięcia.

Linki dotyczące dobrych praktyk

Kalundborg Bioenergi A/S – Bigadan



Wskaźniki ekonomiczne:

Okres zwrotu inwestycji:	Informacje poufne
CAPEX (nakłady inwestycyjne):	trzycifrowa kwota w milionach koron (DKK). Inwestycja w podwojenie pojemności zbiorników = 4,1 mln euro
OPEX (wydatki operacyjne):	Informacje poufne
ROI % (zwrot z inwestycji):	Informacje poufne

Wskaźnik środowiskowy:

Redukcja emisji CO2:	17 000 ton/rok
-----------------------------	----------------

1.5.5. Fermentacja beztlenowa/procesy gnilne

Fermentacja beztlenowa to sekwencja procesów, w których mikroorganizmy rozkładają materiały biodegradowalne w warunkach beztlenowych. Proces ten jest wykorzystywany w przemyśle i gospodarstwach domowych do utylizacji odpadów i/lub produkcji biogazu (paliw). Produktem ubocznym tego procesu jest gnojowica, która stanowi bogate w składniki odżywcze nawozy.

Pomyślna produkcja bioetanolu zależy od kilku ważnych warunków wstępnych. Kluczowym wymogiem jest dostępność strawnej biomasy, takiej jak obornik lub odpady organiczne pochodzące ze źródeł miejskich, przemysłowych lub rolniczych, w wystarczających i stabilnych ilościach. Zapewnia to ciągłe dostawy surowców zapewniające wydajną produkcję. Ponadto lokalizacja zakładów produkcyjnych na obszarach wiejskich jest często bardziej odpowiednia, ponieważ środowiska te są bardziej przyzwyczajone do naturalnych zapachów związanych z materiałami takimi jak obornik. Jeśli zakłady są zlokalizowane bliżej obszarów miejskich lub mieszkalnych, należy wdrożyć skuteczne środki kontroli zapachów, aby zminimalizować potencjalne uciążliwości i utrzymać poparcie społeczne.

Obornik/biomasa byłyby przechowywane w zamkniętych magazynach (dodatkowe zużycie przestrzeni i środków finansowych). Potencjalne uwalnianie metanu (gazu cieplarnianego) do atmosfery. Nie byłoby możliwości wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej na kolejnym etapie fermentacji beztlenowej. Obornik i biomasa byłyby odpadami ubocznymi (składniki odżywcze węglowe i woda).

Obornik/biomasa jako produkt uboczny jest wykorzystywany do produkcji biogazu, który obniża koszty wytwarzania energii cieplnej. Energia elektryczna jest wytwarzana jako produkt uboczny, co zmniejsza potrzebę zakupu energii elektrycznej z sieci. Zmniejsza zapotrzebowanie na surowce nieodnawialne i związane z tym emisje.

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja: Kronauce, Łotwa

Podmiot/branża: JSC „Agrofirma Tērvete”

AS „Agrofirma Tērvete” to zróżnicowane przedsiębiorstwo rolnicze, które rozpoczęło działalność w 1947 r. Znajduje się ono w Kronauce, w parafii Tērvetes, w gminie Dobeles na Łotwie.

Obecnie działa w czterech sektorach: produkcji roślinnej, hodowli bydła mlecznego, energetyce i produkcji biogazu. Firma zatrudnia średnio 190 pracowników, posiada stado liczące średnio 2600 krów, 3200 ha użytków rolnych i produkuje 3200 MWh energii elektrycznej rocznie. Zużycie własne firmy w 100% opiera się na odnawialnych źródłach energii.

Obecna produkcja energii przez firmę opiera się głównie na całkowitym recyklingu biochemicznym odpadów mleczarskich (obornik, biomasa rolnicza) w procesie fermentacji beztlenowej, w wyniku którego uzyskuje się biogaz – odnawialne źródło energii. Obecna ilość przetwarzanego obornika przekracza 110 000 ton rocznie, zapewniając

ponad 3 miliony m³ biogazu rocznie, który był spalany w silnikach spalinowych wytwarzających ekologiczną energię elektryczną i ciepło na sprzedaż oraz na potrzeby firmy.

System fermentacji beztlenowej został zbudowany w dwóch etapach: w 2013 r. w pierwszym etapie zbudowano instalację o mocy 0,5 MW, a w 2014 r. w drugim etapie zbudowano instalację o mocy 1,5 MW. W procesie beztlenowym wytwarzany jest biogaz, który w kolejnym etapie jest wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej i ciepłej w elektrociepłowni. Wcześniej obornik był produktem odpadowym.

Doświadczenia związane z produkcją biogazu w chłodniejszych regionach, takich jak Łotwa, dostarczyły kilku ważnych wniosków. Jedną z kluczowych kwestii jest konieczność izolacji termicznej fermentatorów, ze szczególnym uwzględnieniem dachu, ponieważ to właśnie tam dochodzi do największych strat ciepła. Odpowiednia izolacja pomaga utrzymać optymalną temperaturę wewnątrz komory fermentacyjnej, co ma kluczowe znaczenie dla wydajnej produkcji biogazu.

Kolejną ważną lekcją jest staranne przygotowanie i filtracja substratu przed wprowadzeniem go do komory fermentacyjnej. Ten etap pomaga chronić wrażliwe elementy, takie jak pompy, przed uszkodzeniem i poprawia ogólną wydajność procesu.

Przy wyborze technologii należy koniecznie upewnić się, że zarówno źródła ciepła, jak i urządzenia mogą działać niezawodnie w najniższych temperaturach otoczenia spodziewanych w danym regionie, zamiast polegać na średnich wartościach temperatur podawanych przez producentów. Pomaga to zapobiegać zamarzaniu i zapewnia nieprzerwaną pracę w okresach zimowych.

Wreszcie, w środowiskach agresywnych chemicznie zaleca się unikanie czarnego metalu i wybieranie elementów ze stali nierdzewnej, które charakteryzują się większą odpornością na rdzę i korozję, zapewniając w ten sposób dłuższą żywotność i bardziej niezawodne działanie systemu.

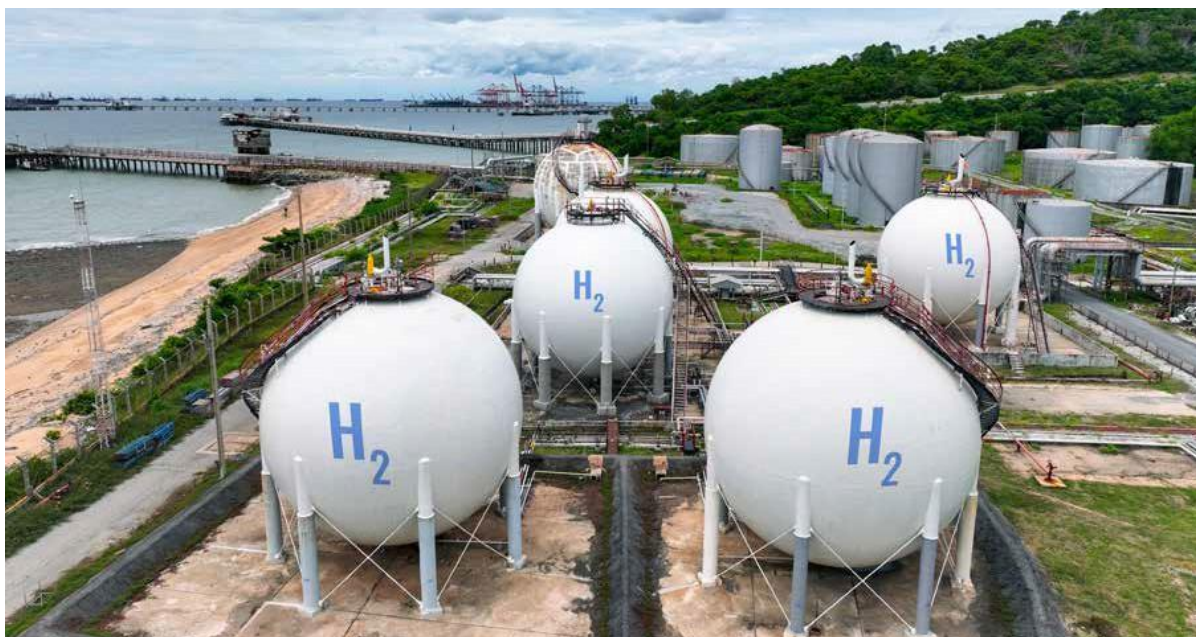
Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://tervete.lv/en/energy-and-biogas-production/>

Wskaźniki ekonomiczne:

Okres zwrotu inwestycji: 7–8 lat (w zależności od cen energii elektrycznej i zasobów)

Wskaźnik środowiskowy: Uniknięte zużycie nieodnawialnego gazu ziemnego = 3 000 000 m³ biogazu rocznie



1.6. Technologie wodorowe

Technologie wodorowe odgrywają kluczową rolę w globalnym przejściu na zrównoważone systemy energetyczne. Jako nośnik energii wodór oferuje znaczny potencjał w zakresie dekarbonizacji sektorów przemysłowych, w których trudno jest wprowadzić elektryfikację, zwłaszcza gdy jest wytwarzany w procesie elektrolizy zasilanej energią odnawialną. Zielony wodór — wytwarzany poprzez rozkład wody przy użyciu energii elektrycznej pochodzącej z wiatru, słońca lub innych odnawialnych źródeł — może zastąpić paliwa kopalne w energochłonnych gałęziach przemysłu, takich jak produkcja chemiczna, produkcja stali i transport ciężki. Jego zdolność do magazynowania i transportu energii odnawialnej na duże odległości pomaga również rozwiązać problem nieregularności dostaw energii z odnawialnych źródeł.

Znaczenie zielonego wodoru polega na jego zdolności do magazynowania i transportu energii odnawialnej na duże odległości i przez długi czas, co pozwala rozwiązać problem nieregularności dostaw energii ze źródeł odnawialnych. W przypadku obszarów przemysłowych wdrożenie technologii wodorowych może zmniejszyć zależność od paliw kopalnych, obniżyć ślad węglowy i stworzyć nowe możliwości gospodarcze. Ponadto włączenie zielonego wodoru do procesów przemysłowych zwiększa bezpieczeństwo energetyczne i wspiera gospodarkę o obiegu zamkniętym poprzez wykorzystanie produktów ubocznych, takich jak tlen i ciepło.

Poniżej przedstawiono technologie produkcji i wykorzystania wodoru. Omówiono elektrolizę w różnych scenariuszach oraz ogniwa paliwowe.

Produkcja zielonego wodoru poprzez elektrolizę polega na rozkładaniu wody lub pary wodnej na wodór i tlen przy użyciu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Proces ten umożliwia przekształcenie nadwyżki energii w wodór, który może być magazynowany lub wykorzystywany w procesach przemysłowych, jako paliwo lub do produkcji pochodnych. W okresach nadwyżki produkcji energii odnawialnej elektroliza stanowi zrównoważony sposób magazynowania energii, ułatwiając jednocześnie zastąpienie paliw, chemikaliów i materiałów pochodzenia kopalnego.

Czynniki, które należy wziąć pod uwagę w przypadku elektrolizy, obejmują konieczność zapewnienia niezawodnych dostaw energii elektrycznej i wody, a także efektywne wykorzystanie produktów ubocznych. Ciepło wytwarzane podczas elektrolizy można wykorzystać w procesach przemysłowych lub systemach ciepłowniczych, zwiększając ogólną wydajność. Tlen, kolejny produkt uboczny, może być wykorzystywany w zastosowaniach przemysłowych, spalaniu wspomaganym tlenem lub akwakulturze. Ze względu na palność wodoru konieczne jest zapewnienie bezpiecznego transportu, przechowywania i przekształcania go w bardziej stabilne formy. Do produkcji syntetycznego metanu lub innych pochodnych węgla korzystna jest bliskość biologicznych źródeł CO₂.

[Linki do dalszych informacji](#)
IEA na temat elektrolizerów

1.6.1. Ogniw paliwowe

Ogniw paliwowe przekształcają wodór w energię elektryczną w wyniku reakcji elektrochemicznej, stanowiąc wydajne i bezemisyjne źródło energii. Odgrywają one kluczową rolę w obszarach przemysłowych, zapewniając zdecentralizowane wytwarzanie energii i rezerwowe źródła zasilania. Ogniw paliwowe wymagają niezawodnych dostaw wodoru lub metanu jako źródła paliwa, które mogą być dostarczane rurociągami, magazynowane na miejscu lub transportowane specjalistycznymi pojazdami. Ta elastyczność pozwala im wspierać różnorodne zastosowania przemysłowe, od podstawowych systemów zasilania po awaryjne systemy rezerwowe.

Linki do dalszych informacji

Convion z powodzeniem dostarcza i uruchamia pierwszy system SOEC do testów

Przykład dobrej praktyki nr 1

Lokalizacja: Espoo, Finlandia

Podmiot/branża Centrum badawcze VTT

System do testowania elektrolizy w wysokiej temperaturze w ośrodku badawczo-rozwojowym VTT, wykorzystujący technologię elektrolizy tlenu stałego. Technologia ta umożliwia produkcję wodoru przy zużyciu energii elektrycznej niższym o 25–30%, gdy ciepło odpadowe jest wykorzystywane do wytwarzania pary wodnej. Instalacja demonstracyjna będzie wykorzystywana do produkcji e-paliw.

System przetestuje cały łańcuch wartości, od produkcji wodoru z pary wodnej i energii elektrycznej, poprzez transport i magazynowanie, aż po dalsze przetwarzanie na paliwa elektroniczne z wykorzystaniem dwutlenku węgla. Jeśli technologia ta sprawdzi się, będzie można ją wykorzystać jako magazyn energii w farmach wiatrowych w celu zrównoważenia sieci energetycznej lub stworzenia obszarów poza siecią, albo też do stworzenia systemu rozproszonych zasobów paliw elektronicznych.



Wskaźniki ekonomiczne

Okres zwrotu: Pilotażowy, nieopłacalny

CAPEX: Inwestycje na skalę przemysłową 2700–2800 EUR/kWh

Koszty operacyjne: Gazyfikacja 2,21 kWh/kg, skraplanie 15,2 kWh/kg

Przykład dobrej praktyki nr 2

Elektroliza w zastosowaniach typu „power-to-gas” i magazynowaniu energii

Lokalizacja: Grapzow, Niemcy

Przedsiębiorstwo: WIND-projek Ingenieur- und Projektentwicklungsgesellschaft mbH

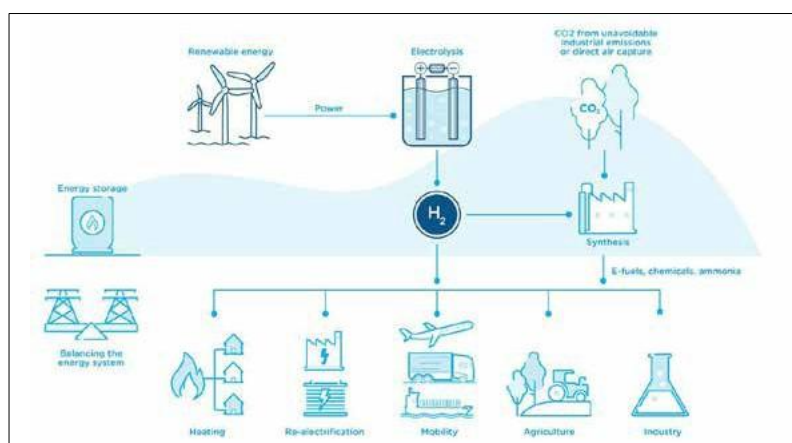
Technologie Power-to-Gas (PtG) przekształcają energię elektryczną w gazowe nośniki energii, takie jak wodór odnawialny, umożliwiając długoterminowe magazynowanie i elastyczne wykorzystanie energii odnawialnej. Proces ten wspiera dekarbonizację przemysłu poprzez przekształcanie energii elektrycznej w potencjał chemiczny, który można magazynować i transportować, zwiększając synergię systemów energetycznych i bezpieczeństwo energetyczne.

Skuteczne wdrożenie PtG wymaga dostępu do odnawialnych źródeł energii i zasobów wodnych (około 9 kg wody na kg wodoru) oraz wydajnej infrastruktury transportowej, w tym rurociągów i ciężarówek.

Projekt RH2-WKA w Meklemburgii-Pomorzu Przednim stanowi przykład praktycznego zastosowania technologii PtG poprzez integrację produkcji wodoru ze źródeł odnawialnych z farmą wiatrową i stworzenie bezemisyjnego, zrównoważonego systemu energetycznego. Obejmuje on elektrownię Power-to-Gas do zasilania wodorem ze źródeł odnawialnych i angażuje gminy na poziomie międzygminnym. Kluczowe elementy obejmują 28 turbin wiatrowych (o mocy do 7,5 MW każda), dwie elektrociepłownie (160 kWel, 90 kWel, 400 kWth) do rekombinacji wodoru o sprawności elektrycznej 33,2%, system elektrolizy alkalicznej o mocy 1MW wytwarzający 210 Nm³/h wodoru o sprawności elektrycznej 60,7% oraz magazynowanie wodoru pod ciśnieniem 310 barów o pojemności około 3300 Nm³ (300 kg). Projekt ten pokazuje wykonalność integracji PtG z energią odnawialną w celu stworzenia zrównoważonego i opartego na współpracy regionalnej systemu energetycznego.

Linki dotyczące dobrych praktyk

Jak działa Power-to-X
Projekt demonstracyjny i innowacyjny RH2-WKA



Wskaźniki ekonomiczne:

Okres zwrotu inwestycji: Pilotażowy, nieopłacalny

CAPEX: Elektroliza 1000 EUR / kW mocy, plus koszty magazynowania (np. zbiornik niskociśnieniowy 40 bar: 150 000 EUR za zbiornik ~22,5 MWh) oraz wytwarzanie energii (patrz energia słoneczna lub wiatrowa)

Koszty operacyjne: ~4% CAPEX

Przykład dobrej praktyki nr 3

Ogniwo paliwowe na bazie metanolu

Lokalizacja: Espoo, Finlandia

Podmiot/branża Ośrodek badawczo-rozwojowy

W teście ogniwo paliwowe na bazie metanolu wykorzystano jako zapasowe źródło energii elektrycznej w systemie o mocy 5–10 kW, obejmującym system monitoringu kamerowego i oświetlenie obszaru przemysłowego. System składał się z akumulatora, który był ładowany przez ogniwo paliwowe w razie potrzeby. System działał jako system autonomiczny, bez konieczności zasilania z zewnętrznego źródła energii. Podobny system może być wykorzystywany do zasilania innych krytycznych funkcji, takich jak infrastruktura informatyczna, w przypadku braku zasilania sieciowego. System może również działać na wodór. Zaletami ogniw paliwowych opartych na metanolu są łatwiejsze przechowywanie metanolu w porównaniu z wodorem oraz dłuższa żywotność ogniw paliwowych.

Linki do dalszych informacji

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/753048/Salminen_Pinja.pdf?sequence=2
(w języku fińskim, streszczenie w języku angielskim)

Wskaźniki ekonomiczne:

CAPEX: Około 10 000 €/kWh

Koszty operacyjne: Metanol 0,495 €/kg, zużycie 0,9 l/kWh



1.7. Magazynowanie energii

Technologie magazynowania energii odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu stabilnego i zrównoważonego systemu energetycznego poprzez równoważenie podaży i popytu, utrzymywanie stabilności sieci oraz ułatwianie integracji energii odnawialnej. Różne metody magazynowania oferują unikalne zalety w zależności od ich zastosowania, czasu trwania i wydajności.

Poniżej przedstawiamy cztery wybrane przykłady dobrych praktyk.

Systemy magazynowania energii w bateriach (BESS) magazynują energię elektryczną do wykorzystania w przyszłości, zapewniając stabilność sieci, zasilanie awaryjne i umożliwiając udział w rynkach energii.

Baterie piaskowe (magazynowanie energii cieplnej)

Inteligentne magazynowanie energii

Krótkoterminowe magazynowanie energii cieplnej

1.7.1. Bateryjne systemy magazynowania energii (BESS)

Systemy te mają kluczowe znaczenie dla zarządzania szczytowym obciążeniem i integracji odnawialnych źródeł energii poprzez magazynowanie nadwyżek energii w okresach niskiego zapotrzebowania i uwalnianie jej w okresach szczytowego obciążenia. Poprawia to efektywność energetyczną i zmniejsza zależność od paliw kopalnych. Jednak systemy BESS wymagają starannego zarządzania, aby zapewnić długą żywotność baterii, bezpieczną eksploatację oraz złagodzić wpływ na środowisko związany z wydobyciem surowców i utylizacją baterii. Wydajne systemy zarządzania energią i mechanizmy chłodzenia są niezbędne do utrzymania wydajności i bezpieczeństwa.

Linki do dodatkowych informacji

Analiza ekonomiczna systemów magazynowania energii w bateriach

Przykład dobrej praktyki

System BESS w działalności browarniczej

Lokalizacja: Kerava, Finlandia

Podmiot/branża: Browar

Duży browar w Kerava w Finlandii wdrożył system BESS o mocy 20 MW i pojemności 20 MWh, zbudowany przez firmy Siemens i MW Storage AG. System ten stabilizuje sieć energetyczną i zapewnia moc reagowania na zapotrzebowanie na poziomie 20 MW, umożliwiając udział w rynkach częstotliwości w celu uzyskania dodatkowych przychodów. System BESS zwiększa elastyczność operacyjną i obniża koszty energii poprzez optymalizację zużycia energii elektrycznej poza godzinami szczytu.

Linki do dodatkowych informacji

Duża bateria w Kerava



Wskaźniki ekonomiczne

Okres zwrotu inwestycji: 5 lat

CAPEX: 200–400 EUR/kWh

Koszty operacyjne: 3–4,5% CAPEX

1.7.2. Baterie piaskowe (magazynowanie energii cieplnej)

Baterie piaskowe magazynują energię w postaci ciepła poprzez podgrzewanie piasku do temperatury nawet 1000°C. Ciepło to może być wykorzystywane do ogrzewania miejskiego lub ponownie przekształcane w energię elektryczną, zapewniając długotrwałe magazynowanie energii. Piasek jest surowcem dostępnym w dużych ilościach, niedrogim i przyjaznym dla środowiska.

Jednak skuteczne wdrożenie tej technologii wymaga rozbudowanej izolacji w celu zminimalizowania strat ciepła oraz infrastruktury umożliwiającej podłączenie zmagazynowanej energii do istniejących systemów grzewczych i energetycznych. Technologia ta jest szczególnie przydatna w zastosowaniach przemysłowych wymagających magazynowania ciepła na dużą skalę.

Przykład dobrej praktyki

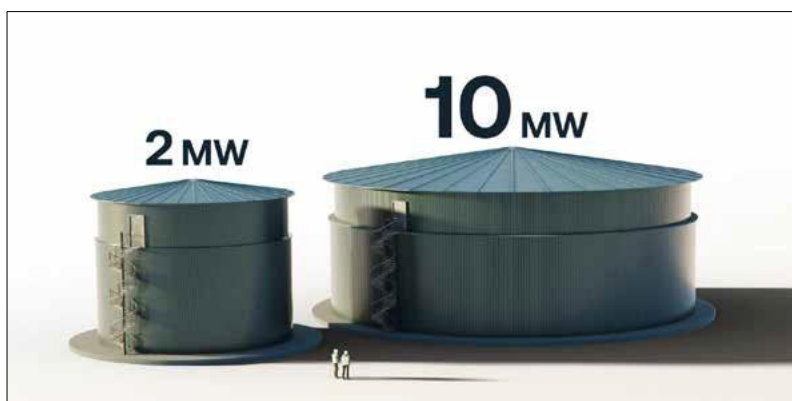
Bateria piaskowa do ogrzewania lokalnego

Lokalizacja:	Kankaanpää, Finlandia
Podmiot/branża	Przedsiębiorstwo energetyczne

Firma Polar Night Energy zainstalowała baterię piaskową o mocy 8 MWh w Kankaanpää w Finlandii. System ten stabilizuje system ogrzewania miejskiego i wykorzystuje ciepło odpadowe z centrów danych. Bateria piaskowa stanowi niezawodne i zrównoważone źródło ciepła, zmniejszając zależność od paliw kopalnych.

Linki do dalszych informacji

Bateria piaskowa



Wskaźniki ekonomiczne:

Okres zwrotu inwestycji:	~20 lat (z zastrzeżeniem niepewności)
CAPEX:	~2,2 mln EUR w przypadku większych instalacji (2 MW/200 MWh)
Koszty operacyjne:	5000–10 000 EUR

1.7.3. Inteligentne magazynowanie energii

Inteligentne systemy magazynowania energii przekształcają nadwyżki energii elektrycznej w ciepło, które jest magazynowane np. w pokruszonym bazalcie, a następnie przekształcane z powrotem w energię elektryczną za pomocą turbiny w okresach wysokiego zapotrzebowania. Technologia ta stanowi bezpieczną, skalowalną i ekonomiczną alternatywę dla konwencjonalnych akumulatorów. Wykorzystuje ona surowce dostępne w dużych ilościach, nie powoduje ryzyka wybuchu i nie stwarza zagrożenia dla środowiska. Systemy PtP nie mają ograniczeń geologicznych ani geograficznych, dzięki czemu można je wdrażać na całym świecie i konserwować przy użyciu standardowego sprzętu. Systemy te osiągają wysoką sprawność cyklu dzięki technologii pomp ciepła i mogą wspierać integrację większego udziału energii odnawialnej. Pomyślnie wdrożenie wymaga zaawansowanych systemów sterowania zapewniających kompatybilność z siecią i zgodność z normami regulacyjnymi.

Linki do dodatkowych informacji

<https://www.stiesdal.com/storage/the-gridscale-technology-explained/>

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://www.stiesdal.com/storage/the-gridscale-technology-explained/>

<https://andel.dk/en/news/andel-and-stiesdal-join-forces-on-large-scale-energy-storage/>

1.7.4. Magazynowanie energii cieplnej (krótkoterminowe)

Krótkoterminowe magazynowanie energii cieplnej polega na przechwytywaniu i magazynowaniu nadwyżek energii cieplnej do późniejszego wykorzystania, zazwyczaj przez kilka godzin lub dni. Technologia ta poprawia efektywność energetyczną poprzez zmniejszenie zapotrzebowania w godzinach szczytu i umożliwienie bardziej stabilnej pracy systemów ciepłych. Jest ona szczególnie skuteczna w przypadku integracji odnawialnych źródeł energii cieplnej, takich jak kolektory słoneczne i kotły na biomasę. W okresach wysokiego zapotrzebowania zgromadzona energia cieplna jest uwalniana w celu zaspokojenia potrzeb konsumpcyjnych, co zmniejsza zależność od mniej zrównoważonych systemów, takich jak kotły gazowe. Utrzymanie wydajności wymaga odpowiedniej izolacji i systemów monitorowania, aby zapobiec utracie ciepła i zapewnić niezawodne dostarczanie energii.

Linki do dalszych informacji

<https://online.flippingbook.com/view/175118845/10/>

<https://bankwatch.org/blog/first-large-scale-solar-district-heating-plant-in-the-baltics-opens-in-latvia>

<https://www.euroheat.org/resource/latvian-city-invests-in-solar-district-heating.html>

Przykład dobrej praktyki Magazynowanie energii cieplnej

Lokalizacja: Salaspils, Łotwa

Podmiot/branża: Ltd. Salaspils Siltums

Ltd.Salaspils Siltums to nowoczesna firma zajmująca się dystrybucją ciepła w Salaspils i Saulkalne, dostarczająca rocznie 60 000 MWh energii cieplnej przy maksymalnym obciążeniu cieplnym wynoszącym 27 MW. Aby zwiększyć wykorzystanie energii odnawialnej, w latach 2018–2019 firma zrealizowała projekt na dużą skalę, obejmujący pole kolektorów słonecznych, zbiornik akumulacyjny o pojemności 8000 m³ oraz kotłownię na zrębki drzewne o mocy 3MW.

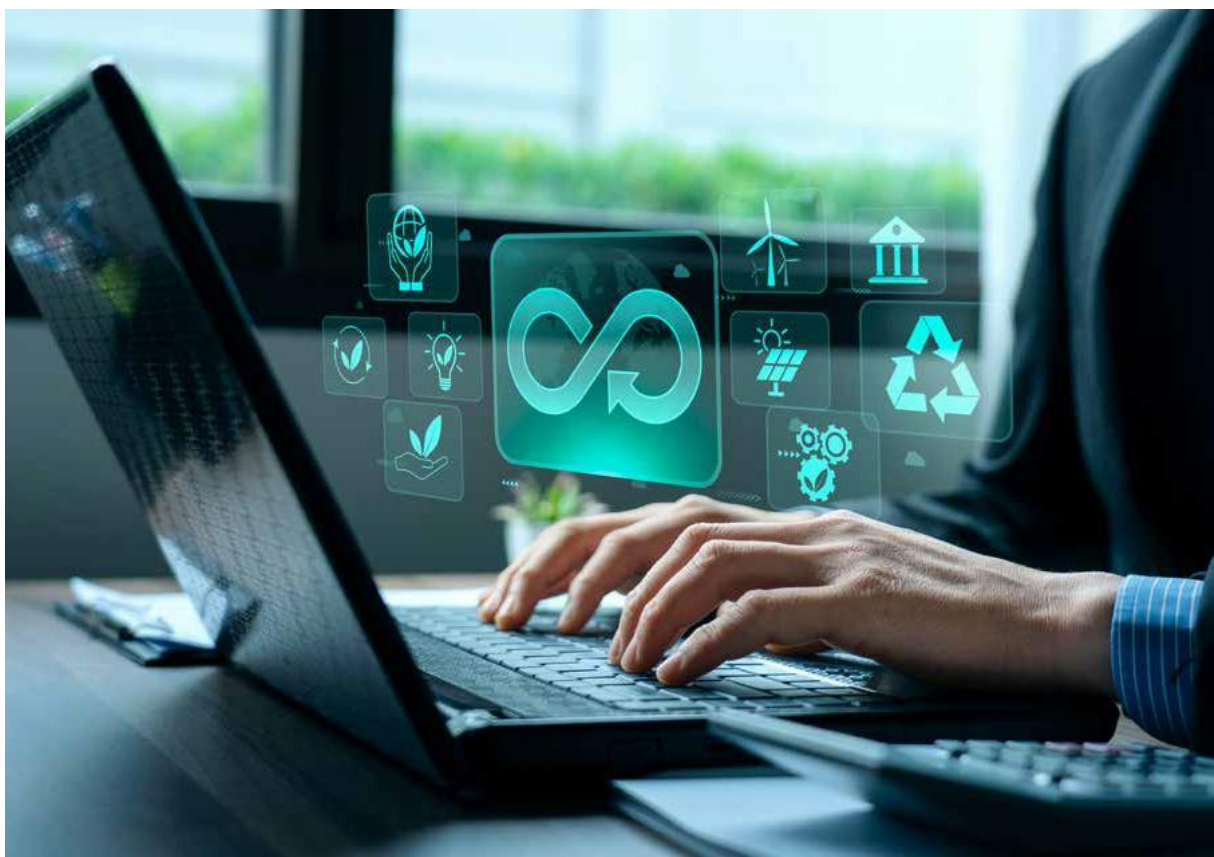
Pole kolektorów słonecznych składa się z 1720 kolektorów rozmieszczonych na powierzchni 6,5 hektara, dostarczających około 20% rocznego zapotrzebowania miasta na energię cieplną.

W miesiącach letnich 90-95% potrzebnej energii cieplnej pochodzi z energii słonecznej. Wysoka wydajność jest możliwa dzięki zbiornikowi akumulacyjnemu, który magazynuje energię ciepłą przez kilka dni, umożliwiając wykorzystanie ciepła wytworzonego w ciągu dnia, gdy zapotrzebowanie jest większe. Zbiornik jest wystarczająco duży, aby zaspokoić zapotrzebowanie miasta na energię ciepłą przez pięć dni w okresie letnim, szczególnie w zakresie dostaw ciepłej wody.

Zróżnicowanie źródeł energii cieplnej i integracja magazynowania energii cieplnej okazały się skuteczną strategią obniżania kosztów produkcji i poprawy wydajności systemu. W trakcie realizacji projektu zaangażowanie lokalnych specjalistów i ekspertów miało zasadnicze znaczenie dla pomyślnego wdrożenia i długoterminowej konserwacji systemu.

Wskaźniki:

Okres zwrotu:	5 lat
CAPEX:	200–400 EUR/kWh
Koszty operacyjne:	3–4,5% nakładów inwestycyjnych
Redukcja emisji CO₂:	135,9 ton metrycznych, co odpowiada 88,4% (w porównaniu z rokiem 2022 do 2018).
Udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu:	90%–95% (przed realizacją projektu w 2018 r. – 56%).



1.8. Zarządzanie energią

Skuteczne zarządzanie energią pomaga zapewnić jej efektywne wykorzystanie — unikając niepotrzebnego zużycia i, w miarę możliwości, przenosząc zużycie na pory dnia, w których energia jest tańsza. Istotą zarządzania energią jest monitorowanie, analizowanie i optymalizacja zużycia energii w budynkach i przedsiębiorstwach w celu wspierania bardziej zrównoważonej i opłacalnej działalności. Bez odpowiedniego systemu śledzenie zużycia energii może być trudne, co często prowadzi do ukrytych kosztów i marnowania zasobów.

1.8.1. Systemy zarządzania energią w budynkach

System zarządzania energią w budynkach (BEMS) lub system zarządzania budynkiem (BMS) to integracja technologii informatycznych oraz różnych rozwiązań i urządzeń opartych na czujnikach, służących do automatyzacji i kontroli funkcjonowania budynku w celu zwiększenia efektywności energetycznej i operacyjnej (przede wszystkim ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji), zmniejszenia zużycia energii oraz negatywnego wpływu budynków na środowisko naturalne. Aktywne sterowanie zużyciem energii zapewnia optymalną dystrybucję i zużycie energii w budynku oraz prowadzi do bardziej efektywnego wykorzystania wytworzonej energii.

Bez technologii automatyki budynkowej różne systemy budynku są zarządzane ręcznie i oddzielnie, co skutkuje mniejszą dokładnością i wydajnością, a także większym zużyciem energii. Technologia ta zapewnia system sterowania, który pozwala na bardziej precyzyjną kontrolę zużycia energii w budynku, zapewniając jednocześnie bardziej elastyczne działanie sieci energetycznych. Wśród wielu kluczowych korzyści płynących z automatyki budynkowej można wymienić zmniejszenie zużycia energii i kosztów utrzymania infrastruktury.

Poniżej przedstawiono dwa przykłady pokazujące, że zużycie energii można zmniejszyć o 10–88% dzięki instalacji systemów, które monitorują i automatycznie dostosowują zużycie energii w budynkach przy użyciu odpowiednich technologii.

Aby instalacja systemu wentylacyjnego w budynku zakończyła się sukcesem, muszą być spełnione pewne warunki wstępne. Rury systemu wentylacyjnego muszą być zainstalowane z oddzielnymi odgałęzieniami dla każdego pomieszczenia, z uwzględnieniem zarówno kubatury, jak i specyficznej funkcji każdej przestrzeni. Zapewnia to skuteczny rozkład powietrza i kontrolę klimatu w pomieszczeniach dostosowaną do potrzeb poszczególnych pomieszczeń.

Ponadto pomieszczenie, w którym ma zostać zainstalowany system, musi być wyposażone w zasilanie elektryczne, doprowadzenie wody i system odprowadzania wody, aby zapewnić prawidłowe działanie i konserwację. Co więcej, budynek powinien być już wyposażony w instalację rurową do ogrzewania pomieszczeń, ponieważ może ona być zintegrowana z instalacją wentylacyjną lub mieć na nią wpływ.

Przykład dobrej praktyki nr 1

Lokalizacja	Kłajpeda, Litwa
Podmiot/branża	Inno Line – produkcja mebli

Inno Line, firma produkująca meble należąca do grupy SBA Home, rozpoczęła produkcję mebli szafkowych oklejanych folią w 2022 roku. Zrobotyzowany i zautomatyzowany kompleks produkcyjny, zlokalizowany w Dolinie Innowacji Przemysłowych SBA w pobliżu Kłajpedy, zatrudnia ponad 600 specjalistów. Budynek fabryki Inno Line, który ma powierzchnię równą 7boiskom piłkarskim, posiada klasę energetyczną A++ i spełnia najwyższe standardy zrównoważonego rozwoju, a także wykorzystuje technologie przyjazne dla środowiska.

Linki do dodatkowych informacji

Europejskie Stowarzyszenie Automatyki Budynkowej i Sterowania <https://eubac.org/about/what-are-bacs/>



Budynek Inno Line

Dzięki systemowi informatycznemu różne parametry (ogrzewanie, intensywność chłodzenia itp.) można zmieniać na żądanie z dowolnego miejsca, oszczędzając w ten sposób energię. Inteligentny system sterowania reguluje oświetlenie i oszczędza energię w zależności od ilości światła naturalnego i obecności osób w pomieszczeniu.

Wskaźniki:

Okres zwrotu inwestycji:	2–6 lat
CAPEX:	2–7 EUR za metr kwadratowy
Oszczędności w zużyciu energii	10–30%

Linki do dobrych praktyk

<https://sba.lt/en/news/%E2%80%99Enotus-developers-uzbaige->

<https://sa.lt/tvari-baldu-gamybos-milzine> (w języku łotewskim)

Linki do dobrych praktyk

<https://info.midatlanticcontrols.com/blog/how-much-does-a-building-automation-system-cost>

Przykład dobrej praktyki nr 2

Lokalizacja Malmö, Szwecja

Podmiot/branża Biura

Blok Abbedissan 2 w Malmö w Szwecji jest najbardziej energooszczędną nieruchomością należącą do firmy nieruchomościowej Vasakronan. Dzięki instalacji geotermicznej w piwnicy, ogniwo słonecznym na dachu oraz rozwiązaniom w zakresie wentylacji sterowanej zapotrzebowaniem z aktywnymi urządzeniami, oświetleniu sterowanemu za pomocą DALI (Digital Adressable Lighting Interface) i inteligentnym osłonom przeciwsłonecznym, zużycie energii wynosi zaledwie 18 kWh/m² rocznie – mimo że w nieruchomości przez całą dobę prowadzona jest działalność gospodarcza.

Według najnowszych statystyk energetycznych Szwedzkiej Agencji Energetycznej opublikowanych 11 maja 2022 r. średnie zużycie energii w biurze wynosi 108 kWh/m² rocznie na ogrzewanie i ciepłą wodę oraz 50 kWh/m² rocznie na energię elektryczną. 18 zamiast 158 => 88% mniej!

Zastosowanie czujników i zaawansowanych systemów sterowania odgrywa kluczową rolę w optymalizacji efektywności energetycznej i komfortu w pomieszczeniach w nowoczesnych budynkach. Technologie takie jak systemy DALI, przełączniki bezbaterijne z funkcją ściemniania oraz czujniki obecności i kompensacji światła dziennego umożliwiają inteligentne zarządzanie oświetleniem i zużyciem energii. Ponadto wybór okien o zoptymalizowanych wartościach współczynników G i U przyczynia się do lepszej wydajności termicznej, a funkcje takie jak osłony przeciwsłoneczne i automatyczne rolety pomagają regulować temperaturę w pomieszczeniach i zmniejszać zapotrzebowanie na sztuczne chłodzenie lub ogrzewanie. Wszystkie te elementy razem tworzą bardziej zrównoważone i responsywne środowisko budowlane.



Źródło: www.lindinvent.se

Linki do dalszych informacji

<https://noda.se/en/offerings/buildings/>

<https://noda.se/en/offerings/energy-systems/>

<https://www.lindinvent.com/solutions/offices/#fndtn-tab-0>

<https://www.lindinvent.com/proven-values/our-folders/>

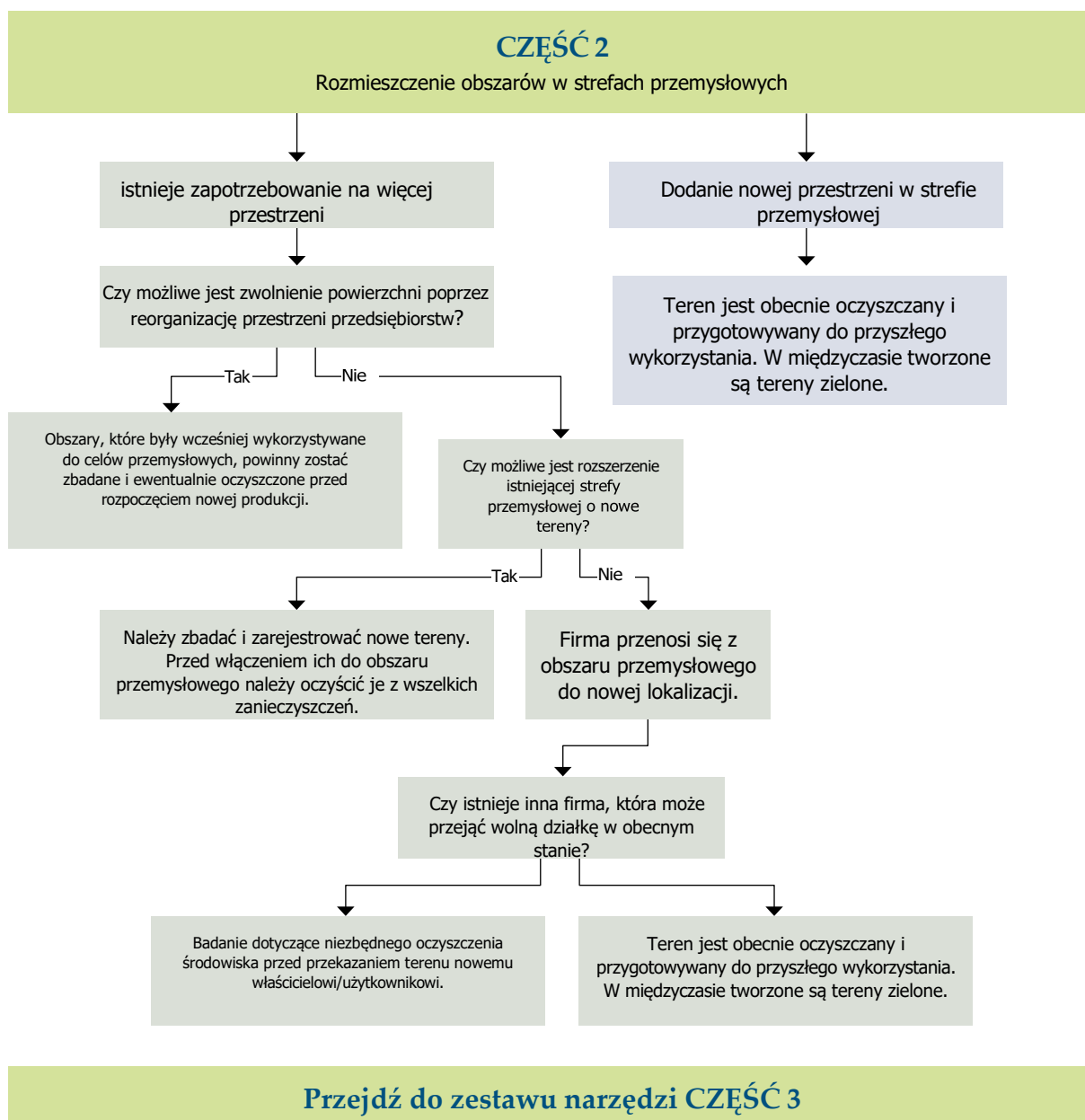
Linki do dobrych praktyk

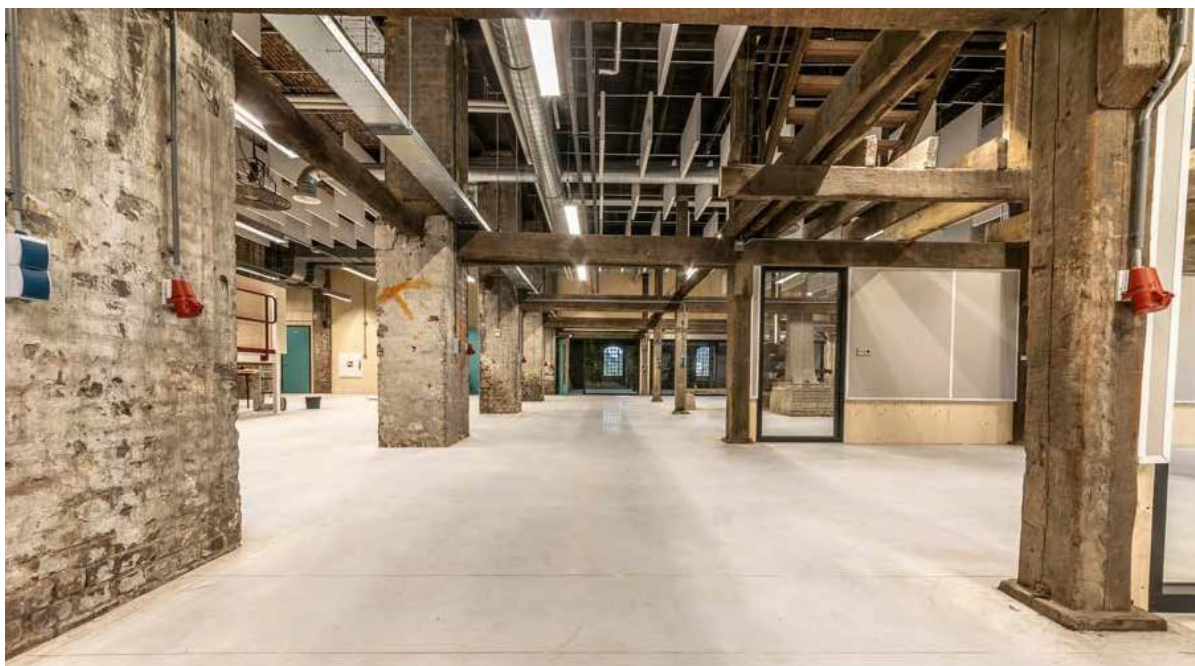
<https://www.lindinvent.se/referensobjekt/case-studies/abbedissan-malmo-vasakronans-mest-energieffektiva-fastighet/>

Część 2 – Zmniejszenie zużycia gruntów

Ta część zestawu narzędzi zawiera przykłady dotyczące ograniczenia zużycia gruntów przez przedsiębiorstwa i obszary przemysłowe, a także zwiększenia udziału energii niskoemisyjnej w Państwa działalności.

Poniżej znajduje się schemat ułatwiający analizę możliwości ograniczenia zużycia gruntów przez przedsiębiorstwa i obszary przemysłowe, które są istotne w Państwa pracy.





2.1. Ograniczenie zużycia gruntów i promowanie różnorodności biologicznej

Szybka ekspansja obszarów miejskich, działalności rolniczej, a zwłaszcza stref przemysłowych doprowadziła do znacznego zużycia gruntów, stanowiąc zagrożenie dla naturalnych ekosystemów i różnorodności biologicznej. Ograniczenie zużycia gruntów jest kwestią o kluczowym znaczeniu, która dotyczy potrzeby zrównoważenia rozwoju społecznego ze zrównoważonym rozwojem środowiska naturalnego. Koncepcja ta obejmuje wdrożenie strategii mających na celu zminimalizowanie ilości gruntów wykorzystywanych do urbanizacji, rolnictwa i działalności przemysłowej, a tym samym ochronę naturalnych siedlisk i promowanie bardziej efektywnego wykorzystania gruntów.

Obszary przemysłowe mają znaczący wpływ na zużycie gruntów, zwłaszcza gdy nowe tereny są zagospodarowywane bez uwzględnienia możliwości ponownego wykorzystania starych, nieużywanych obszarów przemysłowych. Tworzenie nowych stref przemysłowych często prowadzi do niszczenia lasów, terenów podmokłych i innych obszarów naturalnych, co powoduje utratę i fragmentację siedlisk. Ponadto przekształcanie gruntów rolnych na potrzeby rozwoju przemysłowego zmniejsza dostępność żyznych gleb do produkcji żywności, co może mieć długoterminowe konsekwencje dla bezpieczeństwa żywnościowego.

Aby sprostać tym wyzwaniom, można zastosować różne podejścia mające na celu ograniczenie zużycia gruntów na obszarach przemysłowych. Jedną ze skutecznych strategii jest ponowne zagospodarowanie starych, nieużywanych terenów przemysłowych, znane również jako rekultywacja terenów poprzemysłowych. Obejmuje to oczyszczenie i ponowne wykorzystanie zanieczyszczonych terenów przemysłowych, co może ożywić społeczności i zmniejszyć zapotrzebowanie na nowe tereny pod zabudowę. Poprzez priorytetowe traktowanie rekultywacji istniejących obszarów przemysłowych można zminimalizować wpływ nowych projektów przemysłowych na środowisko i lepiej wykorzystać dostępne zasoby gruntów.

Zasady inteligentnego rozwoju można również zastosować w rozwoju przemysłowym. Zasady te promują zabudowę o większej gęstości, zagospodarowanie przestrzenne o mieszanym przeznaczeniu oraz zachowanie otwartych przestrzeni. Poprzez promowanie zwartych i wydajnych form przemysłowych inteligentny rozwój może pomóc w ograniczeniu potrzeby zagospodarowywania nowych terenów i ochronie obszarów naturalnych. Ponadto wdrożenie zielonej infrastruktury w strefach przemysłowych może zwiększyć odporność miast, minimalizując jednocześnie zużycie gruntów. Zielone dachy, lasy miejskie i przepuszczalne nawierzchnie to przykłady zielonej infrastruktury, którą można włączyć do obszarów przemysłowych.

Poniżej odnosimy się do wybranego przypadku:

Laflora zarządza torfowiskami i wydobywa torf do produkcji ziemi doniczkowej. Biorąc pod uwagę długi czas potrzebny do powstania torfu, Laflora przechodzi od wydobywania torfu do projektów rekultywacji w celu promowania zrównoważonego rozwoju. Projekty te obejmują produkcję rolną, taką jak uprawa jagód, pszczelarstwo, nasadzenia ozdobne, odbudowa torfowisk, zalesianie i produkcja biomasy.

Działania rekultywacyjne są realizowane we współpracy z partnerami biznesowymi, naukowcami, agencjami rządowymi i społecznościami lokalnymi. W miejscu wydobywania torfu Kaigi planowane działania obejmują renaturyzację, utworzenie terenów zalewowych i plantacji leśnych oraz stworzenie obszarów produkcji energii odnawialnej. Celem jest ograniczenie zużycia gruntów i zwiększenie różnorodności biologicznej przy jednoczesnym zapewnieniu możliwości wykorzystania tych terenów w przyszłości.

Przykład dobrej praktyki: KAIGU PILOT

Firma Laflora zajmuje się zarządzaniem torfowiskami i wydobywaniem podłoża torfowego do produkcji ziemi doniczkowej. Jednak torf potrzebuje tysięcy lat, aby urosnąć do grubości wystarczającej do wydobywania. Oznacza to, że po wydobywaniu torfu teren ten nie może być już wykorzystywany do tego celu. Firmy takie jak Laflora będą musiały znaleźć nowe sposoby wykorzystania gruntów.

Celem firmy Laflora jest wspieranie lokalnego dobrobytu społecznego i gospodarczego przy jednoczesnym przejściu od wydobywania torfu do projektów rekultywacji torfowisk.

W trosce o zrównoważoną przyszłość i zgodnie z europejskimi przepisami dotyczącymi klimatu firma od lat koncentruje się na zrównoważonym zarządzaniu torfowiskami, efektywnym wykorzystaniu zasobów torfu oraz modernizacji wydobywania i produkcji torfu.

W ramach tzw. projektów rekultywacji torfowisk eksperymentują Państwo na przykład z wprowadzeniem produkcji rolnej, takiej jak uprawa jagód, pszczelarstwo, komercyjne nasadzenia roślin ozdobnych, odtworzenie flory torfowisk poprzez nasadzenia torfowca, zalesianie i produkcja biomasy.

Projekty rekultywacji są realizowane we współpracy z partnerami biznesowymi, naukowcami, władzami regionalnymi, ministerstwami i agencjami państwowymi oraz w porozumieniu z lokalnymi społecznościami.

Planowane działania rekultywacyjne i harmonogram dla terenu wydobywania torfu Kaigu w celu ograniczenia zużycia gruntów i promowania różnorodności biologicznej

Zgodnie z wymogami przepisów wykonawczych rekultywacja zagospodarowanych terenów wydobywania torfu powinna zostać rozpoczęta nie później niż 1 rok po zakończeniu wydobywania na danym terenie.

Zgodnie z przepisami aktów prawnych (rozporządzenie Rady Ministrów nr 570 „Procedury wydobywania kopalin”) tereny wydobywania torfu mogą być rekultywowane poprzez renaturyzację (przywrócenie środowiska charakterystycznego dla torfowiska); poprzez przygotowanie do wykorzystania w leśnictwie, poprzez przygotowanie do wykorzystania w rolnictwie, na przykład poprzez utworzenie pól uprawnych jagód lub mięty, poprzez utworzenie zbiorników wodnych, poprzez przygotowanie do rekreacji lub poprzez przygotowanie do wykorzystania w inny sposób.

Celem rekultywacji jest zapewnienie pełnego dalszego wykorzystania terenu wydobywania po zakończeniu wydobywania minerałów, zapobieganie zagrożeniom dla zdrowia i życia ludzi oraz środowiska, a także promowanie integracji terenu wydobywania z krajobrazem. Działania rekultywacyjne należy rozpocząć w ciągu roku od zakończenia wydobywania minerałów na całym terenie lub na niewielkim obszarze zagospodarowanym, gdzie prace rekultywacyjne można już przeprowadzić bez zakłócania wydobywania.

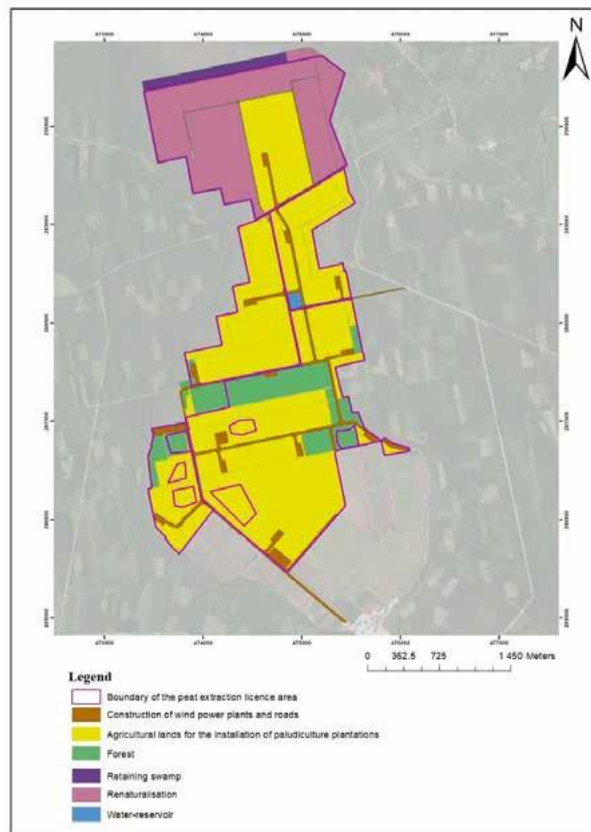
Rodzaj rekultywacji terenu wybiera się zgodnie z planowanym sposobem użytkowania gruntu po zakończeniu wydobycia minerałów, zgodnie z wymaganiami właściciela lub posiadacza gruntu oraz władz lokalnych.

Rodzaj eksploatacji torfowiska Kaigi po zakończeniu wydobycia torfu jest następujący: przywrócenie środowiska charakterystycznego dla torfowiska, utworzenie plantacji na terenach zalewowych, utworzenie plantacji leśnych i zachowanie istniejących drzewostanów, utworzenie obszarów produkcji energii odnawialnej (rysunek 1).

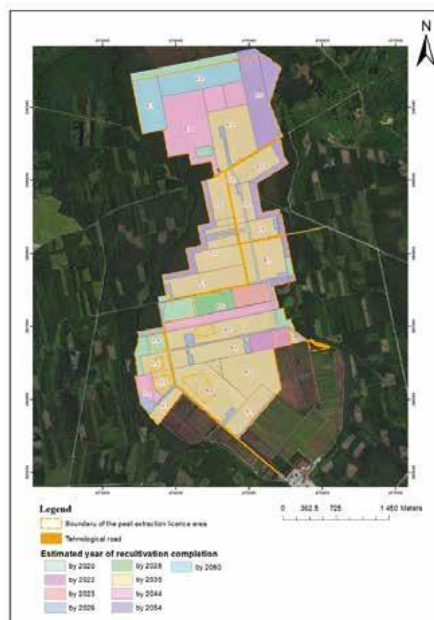
Całkowita powierzchnia koncesji na użytkowanie podłoża, na których możliwe jest wydobycie torfu, wynosi 763,32 ha.

W miejscu wydobycia torfu Kaigu Bog utworzono 24 pola wydobywcze. Łączna powierzchnia pól wydobywczych wynosi 740,26 ha. Zgodnie z planowanym schematem technologicznym wydobycia torfu w miejscu wydobycia Kaigu Bog przewiduje się, że działania rekultywacyjne będą realizowane stopniowo, równoległe z wydobyciem surowców mineralnych. Ogólnie rzecz biorąc, biorąc pod uwagę głębokość złoża torfu na polach wydobywczych, działania rekultywacyjne na tym terenie będą realizowane przez cały okres obowiązywania koncesji na eksploatację podłoża skalnego.

Planując przebieg rekultywacji obszaru wydobycia torfu zgodnie z wyznaczonym celem, ocenia się istniejące warunki, takie jak: wartości znaków wysokościowych powierzchni gruntu na obszarach planowanych pól wydobywczych, kierunek spływu wody, głębokość złoża torfu oraz możliwe rozwiązania technologiczne wynikające z rodzajów produkcji torfu, które mają być uzyskane. Wdrożenie tego typu podejścia pozwala na osiągnięcie głównych wyznaczonych celów, a mianowicie przeprowadzenie niezbędnych działań rekultywacyjnych zgodnie z wyznaczonym celem, w oparciu o warunki hydrologiczne i ukształtowanie terenu, a także uzyskanie przewidywalnej sekwencji działań, które należy wdrożyć w odpowiednim czasie.



Przewidywane rodzaje rekultywacji terenu wydobycia na torfowisku Kaigu

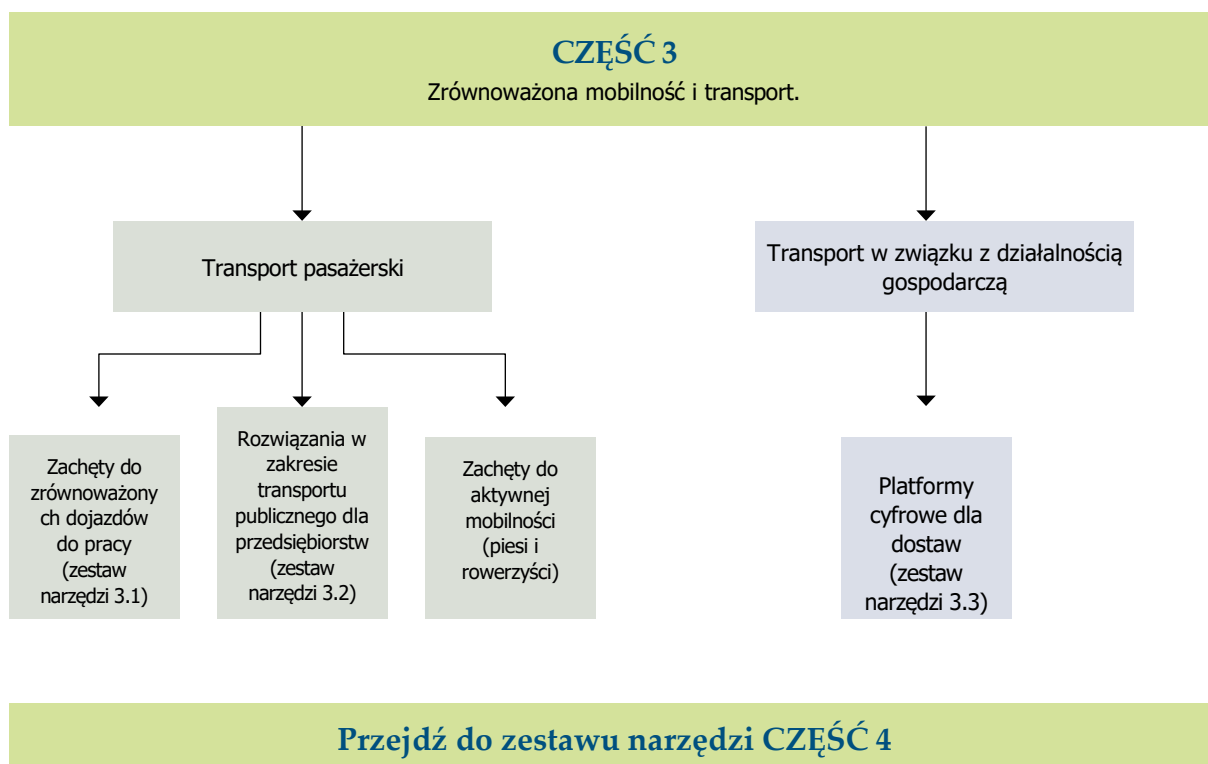


Etapy rekultywacji obszaru wydobycia na torfowisku Kaigu

Część 3 – Zrównoważona mobilność i transport

Ta część zestawu narzędzi skupia się na decyzjach, które należy podjąć, aby zapewnić bardziej zrównoważony transport do i z obszarów przemysłowych, a także między przedsiębiorstwami na danym obszarze.

Poniżej znajduje się diagram, który pomaga w analizie możliwości poprawy zrównoważonego transportu w związku z Państwa obszarem przemysłowym.



Aby stać się zielonym obszarem przemysłowym, ważne jest również ograniczenie emisji związanych z transportem. Wspólna logistyka, zarządzanie ruchem drogowym i zrównoważone dojazdy do pracy to dobre sposoby na osiągnięcie tego celu.

Promowanie zrównoważonych metod dojazdu do pracy jest korzystne dla firmy i przynosi korzyści społeczne. Zmniejsza zapotrzebowanie na parkingi, zmniejsza liczbę zwolnień lekarskich spowodowanych przypadkowymi ćwiczeniami fizycznymi oraz zmniejsza emisję spalin. Najłatwiej jest promować te rozwiązania poprzez zachęty finansowe; łatwiej jest wypróbować transport publiczny, jeśli jest on bardzo tani lub bezpłatny, a przejście na rower jest bardziej prawdopodobne, jeśli można tanio kupić dobry rower. Inne znane zachęty to lepsze parkingi i stacje ładowania dla rowerów (elektrycznych), lepsze udogodnienia dla pracowników (np. wystarczająca liczba szafek i pryszniców) oraz możliwość serwisowania rowerów. Ponadto wprowadzenie opłat za miejsca parkingowe stanowi negatywną zachętę do jazdy samochodem, a pieniądze te można wykorzystać do subsydiowania innych metod dojazdu do pracy. Inne sposoby promowania zrównoważonego dojazdu do pracy to różne inicjatywy w zakresie transportu publicznego, takie jak elastyczne trasy autobusowe, transport dostosowany do potrzeb oraz usługi carpoolingu, które są nowoczesnymi sposobami na poprawę dostępności, obniżenie kosztów podróży i wspieranie bardziej ekologicznych opcji transportu dla przedsiębiorstw i ich pracowników.

Aby osiągnąć zrównoważoną logistykę, firmy mogą wykorzystać wiele sposobów. Współpraca i wspólna logistyka to świetny sposób na optymalizację logistyki całego obszaru. Rozwiązania cyfrowe, które sprzyjają wspólnej logistyce, oraz wsparcie dla zrównoważonych pojazdów to przykłady tego, jak przejść na bardziej zrównoważoną logistykę. Zrównoważone pojazdy (tj. pojazdy elektryczne, napędzane biogazem lub wodorem) można promować, oferując im paliwo lub zwiększając wygodę użytkowania, np. poprzez automatyzację procedury ładowania w miejscach, w których i tak się zatrzymują. Ponadto stosowanie i optymalizacja multimodalnych rozwiązań transportowych oraz rozwiązań cyfrowych, takich jak logistyka oparta na technologii IoT, może nawet radykalnie zmniejszyć emisje związane z transportem.

Poniżej przedstawiamy cztery wybrane przykłady dobrych praktyk.

Zachęty do zrównoważonego dojazdu do pracy opisują przykład płatnych parkingów, z których dochody przeznaczone są na dofinansowanie biletów komunikacji publicznej i rowerów elektrycznych, a także bezpłatnych akcji serwisowych rowerów, skutecznie promujących zrównoważony dojazd do pracy i zmniejszających zapotrzebowanie na miejsca parkingowe.

Rozwiązania w zakresie transportu publicznego dla przedsiębiorstw oferowane we współpracy między gminą a operatorami transportu publicznego/autobusowego.

Miasto Helsingborg i szwedzka administracja transportowa opracowały przejrzystą **platformę cyfrową dla dostaw**, aby promować zrównoważony transport, zmniejszyć wpływ na klimat i usprawnić dostawy towarów – szczególnie na obszarach przemysłowych – poprzez wspólne przesyłki, otwartą wymianę danych i korzystanie z aplikacji Sam.

Automatyczne ładowanie pojazdów elektrycznych. Elonroad oferuje innowacyjny system automatycznego ładowania przewodowego — za pomocą szyn umieszczonych w podłożu — dla pojazdów elektrycznych, umożliwiając płynne ładowanie podczas postoju lub jazdy, co pozwala zmniejszyć emisję CO₂, zminimalizować przestoje, obniżyć koszty energii i zoptymalizować działanie floty w celu zapewnienia większego stopnia zrównoważenia i wydajności.



3.1. Zachęty do zrównoważonych dojazdów do pracy

Przykład dobrej praktyki:

Lokalizacja: Jyväskylä, Finlandia

Branża/podmiot: Przemysł wytwórczy

Firma Valmet zdecydowała się wprowadzić opłatę za parking i przeznaczyć te pieniądze na dofinansowanie biletów komunikacji miejskiej lub rowerów elektrycznych. Dofinansowuje około połowy ceny biletu komunikacji miejskiej i organizuje bezpłatne imprezy związane z konserwacją rowerów. Rocznie uzyskują Państwo 220 tys. euro z opłat parkingowych, z czego 90 tys. euro przeznaczają się na podatki i system płatności. Następnie subsydują Państwo transport publiczny kwotą 100 tys. euro, a konserwację rowerów kwotą 130 tys. euro rocznie (dane z 2017 r.). Dzięki temu zmniejszyło się zapotrzebowanie na miejsca parkingowe i wzrosło wykorzystanie zrównoważonych środków transportu. Dużą popularnością cieszą się rowery elektryczne.

Linki do dalszych informacji

Korzyści związane z transportem publicznym – Mobilność dla YEU – Korzyści dla wszystkich

Linki do dobrych praktyk

Fiksusti töihin Valmet Jyväskylä - Rautpohja (tylko w języku fińskim)

3.2. Rozwiązania w zakresie transportu publicznego dla przedsiębiorstw

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja: Kalundborg, Dania

Branża/podmiot: Firmy w Kalundborgu

Przedsiębiorstwa w gminie Kalundborg potrzebują wydajnych i niezawodnych rozwiązań transportowych, aby zapewnić swoim pracownikom płynne dojazdy do pracy. Aby sprostać tej potrzebie, gmina Kalundborg oferuje różne rozwiązania w zakresie mobilności i we współpracy z Movia i Nabogo. Inicjatywy te mają na celu poprawę dostępności, zmniejszenie trudności związanych z dojazdami do pracy oraz promowanie zrównoważonych środków transportu:

Autobusy na stałych trasach

Gmina Kalundborg we współpracy z Movia umożliwia przedsiębiorstwom zamawianie i finansowanie dodatkowych tras autobusowych lub kursów na istniejących trasach. Inicjatywa ta pozwala firmom skutecznie zaspokajać potrzeby transportowe swoich pracowników.

Dzięki współpracy z Movia przedsiębiorstwa mogą dostosować trasy do wzorców dojazdów pracowników, zapewniając im lepszy dostęp do miejsc pracy.

Usługi Flextur i Plustur

Te elastyczne systemy transportowe są oferowane przez różnych duńskich operatorów autobusowych i zapewniają dostosowane do potrzeb rozwiązania w zakresie mobilności:

- Flextur: Usługa dostosowana do potrzeb, umożliwiająca transport między dwoma konkretnymi adresami, zaspokajająca indywidualne potrzeby transportowe osób.
- Plustur: Usługa zintegrowana z Rejseplanen, łącząca użytkowników z wybranym adresem z pobliskimi przystankami autobusowymi lub stacjami kolejowymi, ułatwiająca płynne podróże multimodalne.

Usługi te przynoszą korzyści pracownikom, zapewniając niezawodną łączność na ostatnim odcinku trasy i zmniejszając bariery związane z podróżowaniem, szczególnie dla osób, które nie mają bezpośredniego dostępu do autobusów kursujących po stałych trasach.

Usługa carpoolingu Nabogo

Gmina Kalundborg nawiązała współpracę z Nabogo, aby zaoferować wygodne i ekonomiczne rozwiązanie w zakresie carpoolingu. Użytkownicy mogą uzyskać dostęp do usługi za pośrednictwem bezpłatnej aplikacji, a koszty operacyjne pokrywa gmina. Płatności między pasażerami a kierowcami są automatyzowane za pośrednictwem aplikacji Nabogo według standardowych stawek, dzięki czemu wspólne dojazdy do pracy są proste i wydajne. Inicjatywa ta promuje zrównoważoną mobilność poprzez zmniejszenie liczby pojazdów z jednym pasażerem, zmniejszenie natężenia ruchu i zmniejszenie śladu węglowego.

Linki do dobrych praktyk

https://www.midttrafik.dk/english/plan-your-journey/plustur-dial-a-ride-service/?utm_source=chatgpt.com

https://sydtrafik.dk/en/flextur/?utm_source=chatgpt.com

Linki do dobrych praktyk

<https://nabogo.com/en/>



3.3. Platforma cyfrowa do realizacji dostaw

Przykład dobrej praktyki

Lokalizacja:	Helsingborg, Szwecja
Przedsiębiorstwo:	Skånemejerier, Grönsakshallen, szkoła Rönnowska

Szwedzkie miasto Helsingborg wraz ze szwedzką administracją transportową zbadało możliwości stworzenia przejrzystej platformy cyfrowej dla transportu. Celem było stworzenie warunków dla podmiotów do podejmowania inicjatyw w zakresie wspólnego załadunku poprzez udostępnienie danych dotyczących dostaw. Ogólnym celem było zwiększenie udziału zrównoważonego transportu i zmniejszenie wpływu na klimat poprzez wspólny załadunek.

Ten przykład dobrej praktyki dotyczy szkoły, ale ma największe zastosowanie w obszarach przemysłowych. Dwóch dostawców szkoły Rönnowska, między innymi Skånemejerier i Grönsakshallen, współpracuje w zakresie wspólnej dystrybucji towarów obu firm, tj. produktów mlecznych i warzyw. Dla wielu odbiorców współpraca ta zaowocowała zmniejszeniem o połowę liczby dostaw, co oznacza mniej zakłóceń w regularnej działalności. Według dostawców kluczowymi czynnikami dla wspólnego załadunku były podobne wymagania dotyczące dostaw i te same miejsca dostaw. Transporty są realizowane przez stronę trzecią (firmę transportową), która została zatrudniona przez obu dostawców. Wszyscy trzej uczestnicy wymieniają się między sobą danymi,

czyli informacjami o odbiorcach, wadze przesyłek i harmonogramach.

Aby móc śledzić transporty i dostawy realizowane dla miasta Helsingborg, miasto opracowało aplikację o nazwie Sam (open source). Sam gromadzi dane dotyczące transportu, dzięki czemu pracownicy miasta Helsingborg mogą zrozumieć, w jaki sposób mogą usprawnić składanie zamówień. Może to dotyczyć na przykład dostaw żywności lub innych towarów, które miasto zamawia na potrzeby swojej działalności.

Usługa Sam składa się z aplikacji mobilnej używanej przez kierowców oraz strony internetowej, na której gromadzone są wszystkie śledzone dostawy. Dane dotyczące transportów są udostępniane i kompilowane na stronie internetowej, dzięki czemu dostawcy, przewoźnicy, nabywcy/klienci i inne zainteresowane strony mogą sprawdzić, jakie transporty są realizowane, i zrozumieć, kiedy istnieje możliwość współpracy lub zmiany schematów zamówień.

Usługa jest obecnie tak rozwinięta, że możemy opisywać transporty do i z różnych firm w mieście za pomocą geofencingu*. Oznacza to, że rejestrowane są tylko dostawy do adresów objętych geofencingiem; inne przystanki po drodze nie będą rejestrowane na stronie internetowej. Państwa firma dołącza do serwisu, tworząc konto i pobierając aplikację. Kierowca jest następnie odpowiedzialny za rozpoczęcie i zakończenie śledzenia podczas jazdy. Jeśli zapomni zakończyć śledzenie, nastąpi to automatycznie osiem godzin po uruchomieniu aplikacji.

Kluczowym aspektem platform cyfrowych służących do realizacji dostaw jest konieczność zapewnienia przejrzystości cen transportu towarowego. Znajomość kosztów transportu z wyprzedzeniem ma zasadnicze znaczenie zarówno dla przedsiębiorstw, jak i konsumentów, ponieważ gwarantuje płynną integrację elementu transportowego z całą transakcją. Chociaż otwarte dane dotyczące transportu mogą być postrzegane jako niepewne, obawa ta dotyczy przede wszystkim rynku prywatnego. W przypadku transportu miejskiego otwarte dane są zazwyczaj mniej wrażliwe i mogą ułatwić lepsze planowanie i realizację.

Ponadto integracja systemów zbierania pustych opakowań podczas podróży powrotnych ma zasadnicze znaczenie dla maksymalizacji wydajności. Skuteczna wymiana danych odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu sprawnego funkcjonowania tych systemów. W tym kontekście kluczową radą jest przyjęcie podejścia stopniowego: lepiej jest podjąć kilka małych kroków we właściwym kierunku niż próbować jednego, dużego skoku, który może się nie powieść. Udział w usłudze wymiany danych może być korzystny w dłuższej perspektywie, ale wymaga ostrożnego wdrażania poprzez stopniowe działania.

*Geofencing to międzynarodowy termin techniczny. Jest to obszar wyznaczony lub zdefiniowany geograficznie, który został określony i „ogrodzony” za pomocą oprogramowania.

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://www.youtube.com/watch?v=Dj8fjpjYUgc>

<https://www.youtube.com/watch?v=dUthw4vyUe4>

Instrukcja/wyjaśnienie dotyczące użytkowania – proszę usunąć tę stronę (w języku szwedzkim)

Instrukcja/wyjaśnienie dotyczące użytkowania – proszę usunąć tę stronę (w języku szwedzkim)

<https://media.helsingborg.se/uploads/networks/1/2023/01/trans-parenta-transporter-fas-3-sbf.pdf> (w języku szwedzkim)

Wskaźniki środowiskowe

Założenie:

samochód o normalnym rozkładzie zużywa 2,5 litra oleju napędowego podczas jazdy po mieście, co powoduje emisję około 2,8 kg CO₂/litr. Daje to redukcję emisji CO₂ o 3,5 tony rocznie tylko dla szkoły przy ulicy Rönnowska, która jest jedną z wielu placówek w mieście.



3.4. Automatyczne ładowanie pojazdów elektrycznych

Lokalizacja: Sztokholm, Szwecja

Podmiot/branża Elis Textil Sverige AB

Misją Elonroad jest zrewolucjonizowanie sposobu, w jaki się Państwo poruszają, poprzez redukcję emisji i optymalizację sieci transportowych, aby świat stał się bardziej zrównoważony i dostępny. Automatyczne rozwiązania Elonroad w zakresie ładowania przewodowego dla wszystkich pojazdów elektrycznych znacznie zmniejszają emisję CO2 i obniżają całkowity koszt posiadania, oferując elastyczność ładowania pojazdów elektrycznych zarówno podczas jazdy, jak i podczas postoju (podczas podróży lub krążenia, usprawniając działanie w portach i terminalach) lub zaparkowanych za pomocą szyn w jezdni. Innowacyjne rozwiązanie Elonroad obejmuje szynę ładującą wbudowaną w podłoże. Kiedy kierowca parkuje ciężarówkę nad szyną, z podwozia pojazdu opuszcza się kolektor energii i ładowanie rozpoczyna się automatycznie. Oznacza to płynne, wydajne ładowanie bez kabli i ręcznego podłączania wtyczek. Ta sama technologia może być stosowana do ładowania w ruchu, tj. ładowania podczas jazdy.

Elis Textil Sverige AB (dawniej Berendsen Textil Service AB), lider w dziedzinie usług cyrkularnych, nawiązał współpracę z Elonroad w celu zmiany sposobu funkcjonowania swojej floty pojazdów elektrycznych. Dzięki zainstalowaniu automatycznego rozwiązania do ładowania Elonroad w siedzibie Elis Textileservice AB w Sztokholmie, partnerstwo to rozwiązało

problemy związane z ładowaniem w trakcie zmiany i ograniczeniami przestrzennymi, które wcześniej utrudniały wydajność floty Elis. Bez zakłóceń, tylko wydajność dzięki płynnej eksploatacji i oszczędnościom kosztów floty pojazdów elektrycznych (EV). Partnerstwo to pomaga Elis zrobić kolejny krok w kierunku osiągnięcia celu, jakim jest flota pojazdów bezsilnikowych do 2030 roku.

Elis Textil Sverige AB, lider w dziedzinie usług cyklicznych, umożliwia firmom osiągnięcie optymalnej higieny i ochrony dla swoich pracowników i klientów, promując zrównoważone bogacenie się w dobre samopoczucie. Elis wcześniej włączył pojazdy elektryczne do swojej floty, ale napotkał problemy z wydajnością, ponieważ kierowcy musieli zatrzymywać się w trakcie zmiany, aby naładować pojazdy w publicznych stacjach lub w domu. Aby usprawnić swoją działalność, Elis poszukiwał rozwiązania w zakresie ładowania w swoim centrum floty. Ograniczenia przestrzenne i chęć uniknięcia przestoju kierowców podczas ładowania sprawiły, że konwencjonalne słupy ładowania prądem stałym okazały się niepraktyczne.

Firma Elonroad wyposażyła lokalizację Elis Veddesta w Sztokholmie w dwie szyny ładujące przy rampach ładunkowych oraz zmodernizowała osiem samochodów dostawczych VW eCrafter Light Commercial Vehicle (LCV) za pomocą zestawów do automatycznego ładowania zgodnych z CCS (Combines Charging System). Dzięki wykorzystaniu szafek ładujących o mocy 50 kW umieszczonych wewnątrz obiektu pojazdy te mogą ładować się automatycznie, co eliminuje potrzebę stosowania kabli i słupów. Proces modernizacji każdego pojazdu trwał około 4 godzin, po czym przeprowadzono dokładne testy przed oddaniem ich do eksploatacji. Przejście zakończyło się kompleksowym szkoleniem kierowców i okresem testowym, wspartym dodatkowym wsparciem, aby zapewnić, że kierowcy są w pełni wyposażeni i pewni siebie w korzystaniu z nowego systemu.

Ośmiu kierowców samochodów dostawczych Elis koncentruje się obecnie wyłącznie na dostawach towarów dzięki rozwiązaniu firmy Elonroad, które umożliwia ładowanie akumulatorów pojazdów podczas załadunku i rozładunku. Rozwiązanie to nie tylko oszczędza czas i poprawia morale kierowców, ale także obniża koszty energii o 80% dzięki wykorzystaniu przyłącza do sieci elektrycznej obiektu zamiast publicznych stacji ładowania. W przyszłości firma Elis może zwiększyć wykorzystanie pojazdów elektrycznych i obniżyć koszty transportu na tonę, dodając kolejną zmianę i wdrażając to rozwiązanie w innych głównych szwedzkich centrach logistycznych.

Linki do dobrych praktyk

<https://www.elonroad.com/>

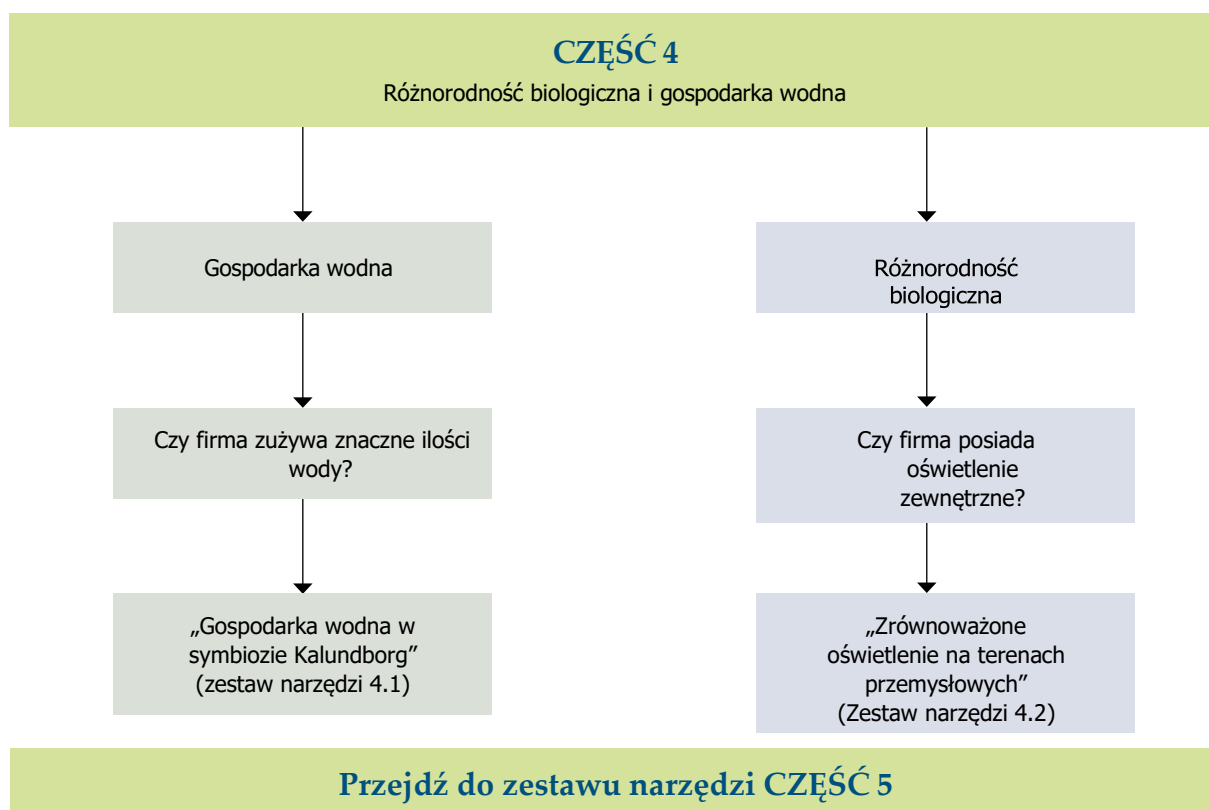
<https://www.elonroad.com/partners/elis>

https://www.linkedin.com/posts/elonroad_innovation-partnership-estonia-activity-7216064707835662337-ofrl

Część 4 – Różnorodność biologiczna i gospodarka wodna

Ta część zestawu narzędzi koncentruje się na decyzjach, które należy podjąć, dążąc do zapewnienia różnorodności biologicznej i gospodarki wodnej na terenach zielonych obszarów przemysłowych.

Poniżej znajduje się diagram, który pomaga w analizie możliwości poprawy sytuacji w zakresie różnorodności biologicznej i gospodarki wodnej na terenach zielonych obszarów przemysłowych.



Poniżej przedstawiamy dwa wybrane przykłady dobrych praktyk.

Gospodarka wodna w ramach projektu Kalundborg Symbiosis stanowi pionierski przykład symbiozy przemysłowej, w ramach której oczyszczona woda powierzchniowa, para wodna, ciepło i ścieki są ponownie wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu w celu maksymalizacji efektywności wykorzystania zasobów i minimalizacji wpływu na środowisko.

Zrównoważone oświetlenie obszarów przemysłowych. Oświetlenie zewnętrzne zostało starannie zaplanowane w celu zminimalizowania zanieczyszczenia światłem poprzez zastosowanie niskich wysokości montażu, ciepłych temperatur barwowych i niskich poziomów jasności, chroniąc dziką przyrodę i oszczędzając energię. Projekt obejmuje współpracę między miastem, budowniczymi i mieszkańcami w celu zapewnienia zrównoważonych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań oświetleniowych.

4.1. Zrównoważone oświetlenie na obszarach przemysłowych

Lokalizacja:	Kangas, miasto Jyväskylä
Technologia:	Zrównoważone oświetlenie zewnętrzne

Oświetlenie zewnętrzne jest niezbędne dla bezpieczeństwa i wygody w wielu obszarach. Obszary te rozprzestrzeniły się w trakcie urbanizacji, a zwyczaj oświetlania całego podwórka stał się bardziej popularny. W połączeniu z technologiczną zmianą z żarówek na diody LED spowodowało to drastyczny wzrost zanieczyszczenia światłem na świecie. Tanie, jasne i białe diody LED powodują większe zanieczyszczenie światłem niż starsze źródła światła; często są one zbyt jasne, a białe kolory są bardziej szkodliwe dla owadów.

Aby przejść na oświetlenie bardziej przyjazne dla środowiska, należy dostosować jasność i czas użytkowania do potrzeb, a temperatura barwowa powinna być niższa (przesunięta w kierunku czerwieni). Ponadto wysokość słupów oświetleniowych powinna zostać obniżona, a ich zacienienie powinno być zaprojektowane tak, aby zmniejszyć niepożądane olśnienie.

Tanie oświetlenie zewnętrzne często powoduje duże zanieczyszczenie światłem i ma negatywny wpływ na dziką przyrodę.

Oświetlenie zewnętrzne zostało zaprojektowane tak, aby było komfortowe dla ludzi i zwierząt, a także aby było używane tylko wtedy, gdy jest to konieczne. Przyciemniając lub wyłączając światła, gdy nie są potrzebne, oszczędza się również energię!

Prowadzi to do prostej instrukcji dotyczącej lepszego oświetlenia zewnętrznego, „3 niskie wartości”:

- Niska wysokość montażu,
- Niska temperatura barwowa
- Niski poziom natężenia oświetlenia.

Obszar Kangas to teren, który został zagospodarowany w oparciu o nowy rodzaj planowania. Rozwój tego obszaru opiera się na naturze, sztuce i zrównoważonym rozwoju, a w procesie planowania i budowy uczestniczyli Państwo mieszkańcy miasta, firmy budowlane oraz mieszkańcy okolicy. Doprowadziło to również do lepszego zaplanowania oświetlenia zewnętrznego, co spowodowało zmniejszenie zanieczyszczenia światłem i sprawiło, że jest ono bardziej przyjazne dla dzikiej przyrody.

W Kangas ustalono wytyczne dotyczące projektowania oświetlenia zewnętrznego i nakazano jego staranne planowanie. Światła są przygaszane i wyłączane w nocy, skierowane w dół i oświetlają tylko te obszary, które wymagają

. Ponadto temperatura barwowa większości lamp wynosi 3000 K.

Linki do dalszych informacji
GiA_lighting_guideline_ENG

Więcej informacji o okolicy (nie dotyczy oświetlenia):

Kangas w Jyväskylä | Jyväskylä.fi

Wytyczne dotyczące planowania Kangas (tylko w języku fińskim):

Laatuaapinen.pdf

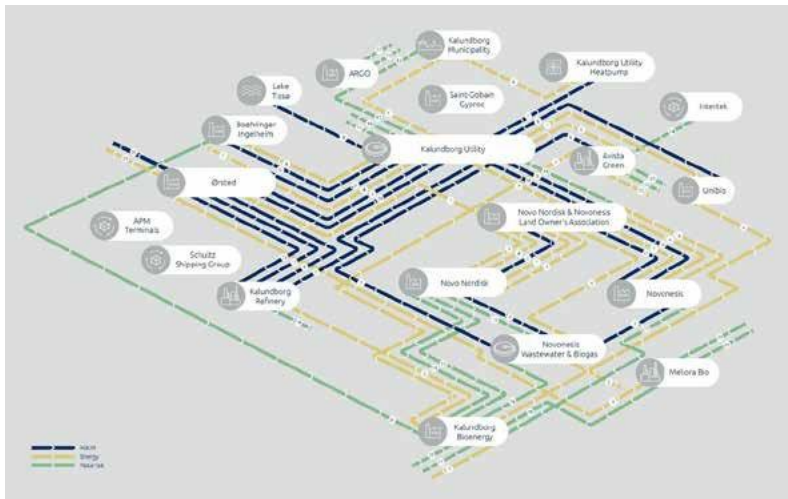
Artykuł na temat Kangas i oświetlenia: Inteligentne oświetlenie zewnętrzne zmniejsza zanieczyszczenie światłem



Miasto Jyväskylä

Zdjęcie pochodzi z Kangas, dzielnicy mieszkaniowo-biurowej, ale dobrze pokazuje znaczenie przyjaznego dla środowiska oświetlenia zewnętrznego. W tle widoczna jest typowa dzielnica przemysłowa lub handlowa, która generuje znacznie większe zanieczyszczenie światłem.

Zielone obszary przemysłowe – zestaw narzędzi



Strumienie wymienione w odniesieniu do kaskady wodnej:

- 1 – para wodna,
- 6 – ścieki,
- 7 – oczyszczone ścieki,
- 8 - wody powierzchniowe,
- 9 – zużyta woda chłodząca,
- 10 – woda dejonizowana,
- 11 – oczyszczona woda powierzchniowa,
- 12 – kondensat spalinowy,
- 30 – gorąca woda

Woda ta przemieszcza się 13-kilometrowym rurociągiem do zakładu Kalundborg Utility, gdzie jest poddawana uzdatnianiu. Znaczna część przetwarzanej wody powierzchniowej — ponad 1,5 miliona metrów sześciennych — jest poddawana procesowi uzdatniania do jakości wody pitnej i dostarczana do zakładów przemysłowych, takich jak Novonesis, które wykorzystują ją do produkcji enzymów. Dzięki wykorzystaniu wody powierzchniowej zamiast wody pitnej system ten pomaga chronić cenne zasoby wód gruntowych.

W rafinerii Kalundborg oczyszczona woda powierzchniowa jest wykorzystywana jako woda chłodząca w systemach zamkniętych. Po podgrzaniu woda jest przesyłana do Ørsted, gdzie jej podwyższona temperatura zmniejsza zużycie energii podczas produkcji pary w elektrowni Asnæs. Para wodna, obecnie główny produkt elektrowni po przejściu z węgla na biomasę, jest dystrybuowana do różnych partnerów przemysłowych za pomocą charakterystycznych zielonych rur, które stały się symbolem symbiozy w Kalundborgu. Rury te dostarczają parę wodną do takich firm jak Novonesis i Novo Nordisk, gdzie jest ona wykorzystywana do kluczowych procesów, takich jak czyszczenie, sterylizacja i destylacja.

Wykorzystanie pary nie kończy się na tym. Dzięki pułapkom parowym kondensat pary jest wychwytywany i ponownie wykorzystywany. Proces ten nie tylko pozwala odzyskać cenne ciepło i wodę, ale także pomaga regulować temperaturę i ciśnienie pary w określonych zastosowaniach przemysłowych. Nadmiar ciepła pozyskanego z kondensatu jest wykorzystywany do produkcji ciepła sieciowego, natomiast schłodzony kondensat jest ponownie wykorzystywany do takich zadań, jak mieszanie ługu i kwasu w firmie Novonesis lub uzupełnianie wież chłodniczych, co zmniejsza zapotrzebowanie na dodatkową wodę powierzchniową.

Ciepłownictwo odgrywa kluczową rolę w tym łańcuchu. Energia wytwarzana w elektrowni Asnæs zapewnia ogrzewanie dla około 24 000 gospodarstw domowych i lokalnych przedsiębiorstw. W chłodniejszych miesiącach lub okresach niskich cen energii elektrycznej pompa ciepła Kalundborg Utility zwiększa wydajność ciepłownictwa, wykorzystując do tego celu oczyszczone ścieki.

Uzdatnianie wody stanowi integralną część systemu. Ścieki od partnerów przemysłowych są wstępnie oczyszczane przez każdą firmę, a następnie poddawane ostatecznemu oczyszczeniu w zakładzie Kalundborg Utility. Oczyszczone ścieki są następnie kierowane do pompy ciepła, która wytwarza 80 000 MWh energii rocznie — wystarczającej do zaspokojenia ponad 30% zapotrzebowania zakładu na ciepło sieciowe.

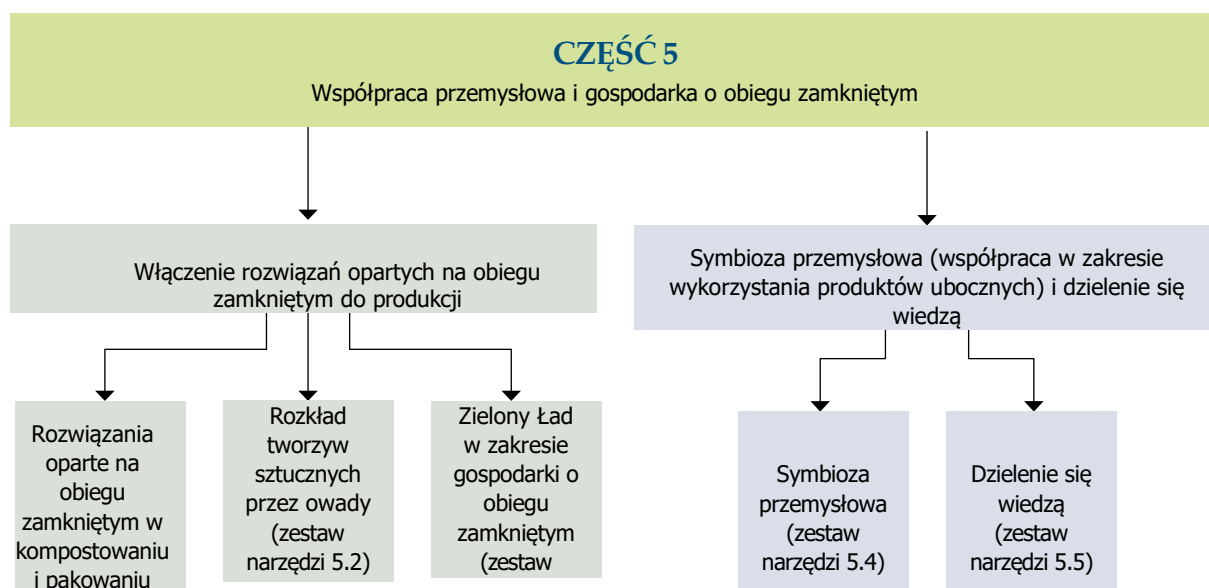
Nawet produkty uboczne produkcji energii nie są marnowane. W elektrowni Asnæs spalanie biomasy powoduje powstawanie kondensatu spalinowego, który jest oczyszczany i dostarczany do rafinerii Kalundborg. Rafineria wykorzystuje ten oczyszczony kondensat jako wodę kotłową, pokrywając jedną trzecią swojego zapotrzebowania i jeszcze bardziej zmniejszając zależność od wód powierzchniowych.

Kaskada wodna w Kalundborgu jest świadectwem siły współpracy i innowacji. Dzięki ponownemu wykorzystaniu i zmianie przeznaczenia wody i energii na każdym etapie, system ten stanowi przykład zrównoważonych praktyk przemysłowych. Jest to modelowe zarządzanie zasobami w obiegu zamkniętym, dowodząc, że wydajność i odpowiedzialność za środowisko mogą iść w parze.

Część 5 – Współpraca przemysłowa i gospodarka o obiegu zamkniętym

Gospodarka o obiegu zamkniętym to model gospodarczy mający na celu minimalizację ilości odpadów i maksymalne wykorzystanie zasobów. W przeciwieństwie do tradycyjnego modelu gospodarki liniowej – pozyskiwanie, wytwarzanie, utylizacja – gospodarka o obiegu zamkniętym opiera się na bardziej zrównoważonej pętli: wytwarzanie, użytkowanie, ponowne wykorzystanie, przeróbka, recykling. Symbioza przemysłowa stanowi strategię na skalę lokalną lub przemysłową służącą wdrażaniu zasad gospodarki o obiegu zamkniętym, prowadzącą do większego stopnia zrównoważonego podejścia do środowiska i efektywności gospodarczej.

Symbioza przemysłowa to koncepcja, w ramach której różne branże lub przedsiębiorstwa współpracują ze sobą w celu wykorzystania swoich produktów ubocznych, odpadów lub nadwyżek zasobów do stworzenia bardziej zrównoważonego i wydajnego systemu. Celem jest ograniczenie ilości odpadów, obniżenie kosztów i zminimalizowanie wpływu działalności przemysłowej na środowisko. Zasadniczo chodzi o stworzenie „gospodarki o obiegu zamkniętym” w regionie lub parku przemysłowym, gdzie odpady jednego przedsiębiorstwa stają się surowcem dla innego.





Na przykład fabryka może wytwarzać ciepło jako produkt uboczny, które może być wykorzystywane przez sąsiednią fabrykę, która potrzebuje ciepła do swoich procesów. Podobnie odpady, takie jak metale, chemikalia lub materiały organiczne, mogą być ponownie wykorzystywane lub przetwarzane na nowe produkty przez inne firmy w okolicy.

Symbioza przemysłowa sprzyja efektywnemu wykorzystaniu zasobów, zmniejsza wpływ na środowisko i może pomóc przedsiębiorstwom zaoszczędzić pieniądze poprzez znalezienie nowych zastosowań dla materiałów lub energii, które w przeciwnym razie zostałyby zmarnowane. Często wymaga ona współpracy między przedsiębiorstwami, rządami i innymi zainteresowanymi stronami w celu stworzenia wspólnej infrastruktury i systemów logistycznych. Symbioza przemysłowa opiera się na różnych technologiach, które umożliwiają efektywną wymianę materiałów, energii i zasobów. Technologie te ułatwiają ponowne wykorzystanie produktów ubocznych, recykling i odzyskiwanie energii, promując zrównoważony rozwój i oszczędność kosztów.

Poniżej przedstawiamy pięć wybranych przykładów dobrych praktyk.

Rozwiązania oparte na obiegu zamkniętym w zakresie kompostowania i pakowania to przykład, w którym maszyny do kompostowania przekształcają odpady spożywcze i biodegradowalne opakowania w bogaty w składniki odżywcze kompost w ciągu 24 godzin, wspierając obieg zamknięty i lokalny odzysk składników odżywczych. Państwa rozwiązania zmniejszają ilość odpadów, minimalizują emisje i tworzą wysokiej jakości produkt do gleby.

Rozkład tworzyw sztucznych przez owady jest przykładem biorafinerii opartej na owadach, która przekształca ponad 90% popularnych tworzyw sztucznych w białka, lipidy i nawozy biologiczne przy użyciu larw ćmy Greater Wax Moth. Ich modułowe rozwiązanie umożliwia zdecentralizowane, zrównoważone przetwarzanie tworzyw sztucznych, łatwo integrując się z istniejącymi procesami recyklingu.

Circular Economy Green Deal to fińska inicjatywa wspierająca przedsiębiorstwa, regiony i gminy w zmniejszeniu o połowę zużycia zasobów nieodnawialnych i podwojeniu wykorzystania materiałów w obiegu zamkniętym do 2035 r.

Symbioza przemysłowa to podejście oparte na współpracy, w ramach którego przedsiębiorstwa wymieniają się materiałami, energią i zasobami w celu ograniczenia ilości odpadów, zmniejszenia śladu węglowego i zwiększenia konkurencyjności. Dzięki lokalnym partnerstwom i wspólnej infrastrukturze przedsiębiorstwa osiągają korzyści zarówno dla środowiska, jak i gospodarki, przekształcając odpady w cenne surowce.

Wymiana wiedzy, jak widać na przykładzie symbiozy w Kalundborgu, umożliwia firmom dzielenie się spostrzeżeniami, technologiami i najlepszymi praktykami w celu stymulowania innowacji, poprawy efektywności energetycznej i promowania zrównoważonego wykorzystania energii. Dzięki ustrukturyzowanym sieciom, seminarium i platformom współpracy interesariusze zdobywają kluczową wiedzę, która pozwala im usprawnić działalność i nawiązywać nowe partnerstwa.

5.1. Rozwiązania oparte na obiegu zamkniętym w kompostowaniu i pakowaniu

Lokalizacja:	Szwecja
Podmiot/branża	Restauracja

Solserv to firma z siedzibą na południu Szwecji, oferująca gamę produktów obejmującą rozwiązania w zakresie kompostowania służące odzyskiwaniu składników odżywczych zarówno z odpadów spożywczych, jak i opakowań biodegradowalnych, maszyny do pakowania żywności oraz materiały do pakowania żywności.

Maszyny do kompostowania firmy Solserv oferują rozwiązania oparte o obieg zamknięty w zakresie pozyskiwania składników odżywczych z odpadów spożywczych, ścinków trawy, pozostałości z przemysłu spożywczego, magazynów przechowywania owoców i warzyw itp. Maszyny do kompostowania, o wydajności od 5 do 1500 kilogramów dziennie (zakłady z wstępną obróbką: 5-500 ton/dzień), przekształcają organiczne odpady w ciągu około 24 godzin w łatwy w użyciu kompost. Po kolejnych 2–3 tygodniach stabilizacji kompost jest gotowy do użycia jako nawóz lub, po dodaniu piasku, trocin lub podobnych substratów, również jako podłoże do uprawy.

Specjalnie przystosowane mikroorganizmy szybko rozkładają materiał organiczny pod wpływem ciągłego mieszania w maszynie. Przez cały czas w podłożu utrzymywana jest optymalna wilgotność dla mikroorganizmów. Proces jest stale kontrolowany przez system komputerowy.

Chusteczki, serwetki i opakowania spożywcze na bazie celulozy oraz talerze jednorazowe itp. można również z powodzeniem mieszać z odpadami spożywczymi w maszynie, aby uzyskać dobrze zrównoważony stosunek węgla organicznego do azotu.

Wartość pH kompostu Solserv wynosi zazwyczaj około 5,5–6,5 i jest optymalna dla większości roślin ogrodowych. Kompost ma również dobrze zbilansowany skład odżywczy, zawierający głównie azot związany w postaci amonu lub w formie organicznej. Stosunek węgla do azotu sprzyja rozwojowi mikroorganizmów glebowych i tworzy żywną i zdrową glebę.

Dodany materiał resztkowy w pewnym stopniu determinuje właściwości biologiczne i chemiczne kompostu, dzięki czemu produkt końcowy można częściowo dostosować do rodzajów roślin, które mają być uprawiane.

Wartość pH kompostu Solserv wynosi zazwyczaj około 5,5-6,5 i jest optymalna dla większości roślin ogrodowych. Kompost ma również dobrze zbilansowany skład odżywczy, zawierający głównie azot związany w postaci amonu lub w formie organicznej. Stosunek węgla do azotu sprzyja mikroorganizmom glebowym i tworzy żywną i zdrową glebę. Dodany materiał resztkowy w pewnym stopniu determinuje właściwości biologiczne i chemiczne kompostu, dzięki czemu produkt końcowy można częściowo dostosować do rodzajów roślin, które mają być uprawiane.

Linki do dalszych informacji

<https://solserv.se/>



Różnorodność rozmiarów kompostowników stwarza możliwość współpracy między pobliskimi przedsiębiorstwami, na przykład w obszarach przemysłowych, supermarketach, halach targowych lub podobnych miejscach prowadzenia działalności gospodarczej.

Wśród klientów znajdują się m.in. Volvo, Fazer Food, szwedzcy detaliści spożywczy, tacy jak ICA i AXFOOD, H&M, NOMA, Sheraton oraz szefowie kuchni, tacy jak

Jamie Oliver, Titti Qvarnström, Paul Svensson i Tareq Taylor.

Linki do dobrych praktyk

Od odpadów spożywczych do gleby w 24 godziny | Mitsubishi Electric x Solserv x Radisson Blu

Wskaźniki środowiskowe:

Zalety kompostowników:

- Koniec z nieprzyjemnym zapachem i bałaganem związanym z odpadami, ponieważ maszyna do kompostowania przekształca odpady spożywcze bezpośrednio w bogatą w składniki odżywcze glebę.
- Zmniejszone emisje i koszty transportu, ponieważ odpady spożywcze nie muszą być transportowane do zewnętrznego zakładu.
- Zmniejszenie emisji i kosztów transportu, ponieważ zmniejsza się zapotrzebowanie na importowane nawozy sztuczne.
- Mniej odpadów w mniejszych kuchniach, ponieważ kompostownik minimalizuje ich objętość, a ponadto zapewnia czystość i higienę.
- Bogata w składniki odżywcze gleba kompostowa idealna do uprawy lub jako środek poprawiający jakość gleby.
- Higieniczna i bezwonna, wymagająca minimalnej konserwacji. Kompostownik nie wolny od szkodników i owadów.



5.2. Rozkład tworzyw sztucznych przez owady

Lokalizacja:	Szwecja
Podmiot/branża	Upcykling tworzyw sztucznych

Szwedzka firma NBTech AB/Norbite zajmuje się problemami odpadów z tworzyw sztucznych i ich upcyklingiem w celu uzyskania zrównoważonych rozwiązań. Firma oferuje degradację tworzyw sztucznych za pomocą środków biologicznych, nowatorskie rozwiązanie oparte na biorefinerii wykorzystującej owady.

Rozwiązania te mogą zostać zintegrowane z istniejącymi procesami recyklingu i/lub dodane jako oddzielne jednostki zapewniające zdecentralizowany recykling modułowy w celu odzysku wartości odpadów z tworzyw sztucznych.

Ponad 90% powszechnie stosowanych tworzyw sztucznych może zostać przekształcone w zrównoważone produkty przez jeden konkretny gatunek owada, mola woskowego (*Galleria mellonella*).

Larwy owadów trawią i przekształcają tworzywa sztuczne w białka, lipidy i nawozy biologiczne. Zamiast utylizacji lub spalania, które są typowymi metodami postępowania z odpadami w linearnym łańcuchu wartości tworzyw sztucznych, firma Norbite opracowuje podstawy technologiczne i komercyjne do przekształcania pozostałości materiałów polimerowych, takich jak opakowania, tekstylia, meble, itp. w źródło pożywienia dla larw *Galleria mellonella*. Jest to tańsza i bardziej zrównoważona alternatywa dla spalania odpadów. Dzięki przetwarzaniu larw owadów na wiele produktów o wysokiej wartości, przeznaczonych do celów spożywczych i paszowych, rolnictwa ekologicznego, zastosowań technicznych itp., odpady z tworzyw sztucznych mają szansę ponownie wejść do obiegu gospodarczego. Zdolności transformacyjne owadów oznaczają eliminację produktów ubocznych w przemyśle tworzyw sztucznych poprzez ich przekształcenie w surowce dla innego sektora tworzącego wartość dodaną, tj. symbiozę przemysłową. Wyjątkowość tej technologii została potwierdzona i chroniona czterema patentami.

Linki do dalszych informacji

<https://norbite.eu/>

Linki dotyczące dobrych praktyk

Larwy zjadają odpady z tworzyw sztucznych i stają się pożywieniem podczas podróży

Wskaźniki środowiskowe:

Technologia Norbit pozwala zaoszczędzić 67% emisji CO₂ w porównaniu ze spalaniem.

5.3. Zielony Ład Gospodarki o obiegu zamkniętym

Lokalizacja:	Finlandia
Podmiot/branża	Gospodarka o obiegu zamkniętym

Zielony Ład dla Gospodarki o obiegu zamkniętym to dobrowolne zobowiązanie strategiczne dla przedsiębiorstw, gmin, regionów, organizacji i państwa. Jego celem jest osiągnięcie wyznaczonych przez rząd celów, które wynikają z Programu Strategicznego Gospodarki Okrężnej. Celem jest zmniejszenie o połowę zużycia nieodnawialnych zasobów naturalnych i podwojenie wskaźnika gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do zasobów i materiałów do 2035 r. Zielony Ład dla Gospodarki Obejmującej Obieg Zamknięty został przygotowany w imieniu państwa przez Ministerstwo Środowiska oraz Ministerstwo Pracy i Gospodarki.

Rada Regionalna Finlandii Środkowej zamierza wspierać podmioty regionalne w promowaniu gospodarki o obiegu zamkniętym i zachęca je do podejmowania własnych zobowiązań. Celem jest osiągnięcie 22 zobowiązań w regionie do 2035 r. Rada regionalna zamierza również zwiększyć kanały finansowania unijnego dla podmiotów regionalnych działających w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym. Ponadto Rada Regionalna Finlandii Środkowej wyznacza regionalnym podmiotom cele przewodnie w zakresie zwiększenia produkcji energii bez spalania oraz promowania gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do niewykorzystanych i wyprzedanych nieruchomości publicznych.

Gospodarka o obiegu zamkniętym zostanie silniej zintegrowana z rozwojem regionalnym i planowaniem przestrzennym. W działaniach zostanie wykorzystany na przykład zestaw narzędzi KiSu do analizy gospodarki o obiegu zamkniętym. Gospodarka o obiegu zamkniętym stanie się bardziej widoczna w strategii regionalnej i planie regionalnym

Linki do dalszych informacji

Zielony Ład Gospodarki o Obiegu Zamkniętym – Ministerstwo Środowiska

Tematy transformacji Gospodarki o obiegu zamkniętym w ramach zielonego ładu

Zwiększenie recyklingu składników odżywczych i wykorzystania strumieni ubocznych
Zwiększenie sekwestracji dwutlenku węgla w glebie
Promowanie wykorzystania krajowych warzyw i ryb w celu poprawy efektywności wykorzystania zasobów
Ograniczenie marnotrawstwa żywności i ilości zasobów naturalnych wykorzystywanych do produkcji opakowań

Promowanie nowych rozwiązań energetycznych i produkcji energii nieopartej na spalaniu
Wykorzystywanie energii odpadowej w celu zmniejszenia zapotrzebowania na produkcję energii
Projektowanie nieruchomości i społeczności w ramach systemu oszczędzania zasobów i inteligentnej energii

5.

4.



1.

2.

3.

Planowanie i przygotowanie projektów dotyczących środowiska zabudowanego ukierunkowanych na gospodarkę o obiegu zamkniętym
Ochrona istniejącego środowiska zabudowanego i zwiększenie jego efektywności
Rozwój rynku ponownego wykorzystania i recyklingu produktów budowlanych

Zrównoważone projektowanie produktów i modele biznesowe jako podstawa strategii Gospodarka o obiegu zamkniętym odnawia procesy produkcyjne i czerpie korzyści z elektryfikacji
Zwiększenie wartości strumieni ubocznych, materiałów pochodzących z recyklingu i surowców pochodzenia biologicznego w produkcji

Zwiększenie liczby produktów i usług opartych na gospodarce o obiegu zamkniętym na rynku
Rozwój usług opartych na gospodarce o obiegu zamkniętym w życiu codziennym

(cel na 2030 r.) oraz w szerszym ujęciu w strategiach i planowaniu regionalnym (w tym gminnym) (cel na 2035 r.). Gospodarka o obiegu zamkniętym zostanie uwzględniona jako jeden z tematów podlegających ocenie w ramach oceny aktualności planu regionalnego. Ocena aktualności obejmuje negocjacje z gminami, w ramach których omawiane są na przykład rodzaje projektów i pomysłów realizowanych w ramach planowania gminnego. Gospodarka o obiegu zamkniętym zostanie również uwzględniona jako jeden z tematów negocjacji. Strategia regionalna będzie aktualizowana co cztery lata we współpracy z zainteresowanymi stronami w regionie, w tym gminami. Podczas warsztatów i spotkań związanych z aktualizacją strategii gminy będą zachęcane do rozważenia możliwości, jakie gospodarka o obiegu zamkniętym stwarza dla ich własnej działalności.

Linki dotyczące dobrych praktyk

<https://demoshelsinki.fi/projects/circular-economy-green-deal-towards-circularity/>



Kluczowe wskaźniki wydajności:

Rozwiązanie energetyczne nieoparte na spalaniu

rozwiązanie energetyczne: Faza początkowa 13,1 -%, 17-% w 2030 r., 25 -% w 2035 r.

Zdefiniowane fundusze % kwoty z

całkowitej kwoty funduszy EFRR / JTF: Faza początkowa 4 -%, 10-% w 2030 r., 15 -% w 2035 r.

Kwota zobowiązań w ramach zielonego porozumienia

z Finlandii Środkowej: Faza początkowa 0, 15 umów w 2030 r., 22 umowy w 2035 r.

Niewykorzystane budynki publiczne, na podstawie

raportie dotyczącym planowania regionalnego 2027: na podstawie raportu z planowania przestrzennego 2030, na podstawie raportu z planowania przestrzennego 2035.

1 Duża część materiałów opakowaniowych produkowanych przez Solserv jest wytwarzana z surowców ulegających rozkładowi, takich jak włókna papierowe, bagassa i podobne substancje biodegradowalne. W połączeniu z resztkami żywności mogą one stanowić surowiec do produkcji kompostu.



5.4. Symbioza przemysłowa

Lokalizacja: Kalundborg, Dania

Podmiot/branża Przemysł

Symbioza przemysłowa to zarówno strategiczne, jak i praktyczne podejście do produkcji, w ramach którego różne przedsiębiorstwa współpracują w celu zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów, zmniejszenia śladu węglowego, ponownego wykorzystania materiałów, stworzenia wspólnej infrastruktury i osiągnięcia przewagi konkurencyjnej.

Promując synergii między przedsiębiorstwami i różnymi sektorami, symbioza przemysłowa prowadzi do minimalizacji wpływu na środowisko przy jednoczesnej maksymalizacji korzyści ekonomicznych.

W miarę dojrzewania tych zrównoważonych synergii będą one kierowane i ułatwane w ramach sieci przedsiębiorstw tworzących partnerstwo w zakresie współpracy w zakresie symbiozy przemysłowej.

Podstawową koncepcją symbiozy przemysłowej jest wymiana materiałów, energii i wody między co najmniej dwiema firmami, co pozwala skutecznie przekształcić odpady w cenne zasoby. Takie podejście powoduje zmniejszenie zużycia nowych materiałów, kosztów i zapotrzebowania na transport. Przyjęcie podejścia opartego na obiegu zamkniętym okazuje się korzystne zarówno dla inicjatyw środowiskowych, jak i wyników finansowych przedsiębiorstw. Relacje symbiotyczne w przemyśle są zazwyczaj nawiązywane w bliskim sąsiedztwie geograficznym i mogą przybierać formę większych projektów współpracy z wspólnym finansowaniem.

Poniżej przedstawiono pięć różnych przykładów praktycznego zastosowania tych technologii, pokazujących ich potencjał w zakresie zrównoważonej produkcji energii i efektywnego wykorzystania energii słonecznej.

Linki do dobrych praktyk

<https://www.symbiosis.dk/en/>

Wskaźniki:

Redukcja emisji CO₂: 586 000 ton

Oszczędność wód gruntowych: 4 mld m³

Materiały pochodzące z recyklingu: 62 000 ton



5.5. Dzielenie się wiedzą

Lokalizacja:	Kalundborg, Dania
Podmiot/branża	Kalundborg Symbiosis/organizacja sieciowa

Dzielenie się wiedzą jest działaniem wspierającym, które ma istotne znaczenie dla promowania innowacji, poprawy efektywności energetycznej oraz wspierania innych praktyk zrównoważonego wykorzystania energii.

W wyniku działań związanych z dzieleniem się wiedzą firma może dowiedzieć się więcej o możliwościach poprawy efektywności energetycznej w swojej działalności, przejściu na bardziej zrównoważone źródła energii oraz uzyskać potrzebne informacje, zarówno w zakresie konkretnych technologii, które należy zastosować, jak i potrzeb inwestycyjnych, potencjalnych partnerów, dostawców itp. Obejmuje to dzielenie się spostrzeżeniami, danymi, wynikami badań i wnioskami między różnymi zainteresowanymi stronami, takimi jak przedsiębiorstwa, naukowcy, decydenci i praktycy. Najpopularniejsze formy dzielenia się wiedzą w zakresie energii to seminaria, konferencje, platformy wiedzy, sieci i audyty energetyczne.

Kalundborg Symbiosis to partnerstwo pomiędzy 18 lokalnymi przedsiębiorstwami. Partnerstwo ma formę organizacji non-profit. W skład partnerstwa wchodzi rada dyrektorów złożona z dyrektorów generalnych przedsiębiorstw/zakładów, sekretariat (zatrudniający 4 pracowników) oraz rada doradcza (składająca się z ekspertów na szczeblu kierowniczym z poszczególnych przedsiębiorstw).

Ponadto partnerstwo posiada radę ds. innowacji oraz grupy robocze, z których niektóre mają charakter formalny (np. grupa ds. wody), a inne są tworzone ad hoc. Członkowie uiszczają składkę członkowską w wysokości od 4000 do 15 000 EUR. Kwota ta pokrywa wynagrodzenie jednego pracownika sekretariatu. Pozostałe wynagrodzenia są pokrywane z udziału w projektach, doradztwa i usług dla odwiedzających. W 2019 r. przeprowadzono badanie LCI dotyczące korzyści płynących z symbiozy.

Linki do dalszych informacji

Centrum efektywności energetycznej w Kopenhadze:
<https://c2e2.unepccc.org/knowledge-management-system/>

Projekt Horizon Enefirst:
<https://enefirst.eu/knowledge-sharing/>

Analiza synergii transferu wiedzy dla sektora energetycznego w ramach zrównoważonego rozwoju krajów europejskich:
<https://www.mdpi.com/1996-1073/15/1/276>

Zdjęcia:

gui yong nian/ stock.adobe.com (Strona 2)
patboon/ stock.adobe.com (Strona 15)
bilanol/ stock.adobe.com (Strona 23)
Artinun/ stock.adobe.com (Strona 45)
Sutthiphong/ stock.adobe.com (Strona 54)
mikevanschoonderwalt/ stock.adobe.com (strona 59)
Oleksandr/ stock.adobe.com (strona 64)
Wanan/ stock.adobe.com (strona 66)
somad/ stock.adobe.com (strona 68)
PhotoJuthamat/ stock.adobe.com (strona 75)
Parilov/ stock.adobe.com (strona 77) tonaquati/
stock.adobe.com (strona 78) voyata/
stock.adobe.com (strona 81)
the faces/ stock.adobe.com (Strona 82)

Stopka redakcyjna

Zespół redakcyjny:

Ministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Tourismus
und Arbeit Mecklenburg-Vorpommern

Johannes-Stelling-Straße 14
19053 Schwerin
Niemcy

Współpraca:

Kalundborg Symbiosis
Kalundborg Kommune
Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego
Lietuvos inovacijų centras
Keski-Suomen liitto
Jyväskylän kaupunki
Zemgales plānošanas reģions
Sustainable Business Hub Scandinavia AB
Latvijas Republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
naturwind schwerin GmbH

Projekt:

Jan Herrmannsen, AG Medienfeld /
ecolo – Agentur für Ökologie und Kommunikation, Brema

Wrzesień 2025



Projekt GreenIndustrialAreas
jest współfinansowany przez Unię Europejską.