

Wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie jako szczytowo-pompowy magazyn energii



dr inż. arch.

PIOTR BRZEZIŃSKI

Politechnika Bydgoska
Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
ORCID: 0009-0003-6054-6654



dr hab. inż.

PRZEMYSŁAW STRZELECKI

Politechnika Bydgoska
Wydział Inżynierii Mechanicznej
ORCID: 0000-0001-7391-5963

Nieczynne budynki wież ciśnień, takie jak m.in. wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie, są charakterystycznymi elementami otaczającego nas krajobrazu. Te powoli zapominane obiekty są świadkami rozwoju infrastruktury technicznej, wyznacznikiem przestrzeni czy swoistą dominantą lokalną – znakiem w przestrzeni. Celem przywrócenia im do funkcjonowania jest nadanie im nowej funkcji, czyli konieczność przeprowadzenia procesu adaptacji, a jedną z możliwości jest przekształcenie nieczynnej wieży ciśnień w szczytowo-pompowy magazyn energii z wykorzystaniem jej parametrów technicznych.

Wąbrzeska wodociągowa wieża ciśnień znajdująca się w województwie kujawsko-pomorskim jest budynkiem technicznym, w którym podobnie jak w innych wieżach ciśnień w górnej części umieszczony jest zbiornik wody. Składa się ona z dwóch głównych elementów: trzonu i głowicy. Trzon ma za zadanie umożliwienie podniesienia zbiornika wody do pożądanej wysokości. Dzięki umieszczeniu zbiornika ponad poziomem terenu osiąga się odpowiednie ciśnienie, co umożliwia grawitacyjne dostarczanie wody do odbiorców. Drugim elementem jest głowica, która otacza zbiornik, zapewniając mu ochronę przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi, takimi jak niska temperatura, opady śniegu, deszczu czy silne wiatry.

Należy dodać, że powstanie znormalizowanych obiektów związane jest z okresem rewolucji przemysłowej w Europie. W uproszczeniu można przyjąć, że ramy czasowe powstawania wież ciśnień w Polsce to okres od pierwszej połowy XIX wieku do połowy XX wieku.

Pierwsze wieże ciśnień, które nie przetrwały do dziś, miały postać drewnianych lub blaszanych kadzi o pojemności od kilku do kilkunastu metrów sześciennych. Umieszczano je bądź na piętrze budynku, bądź na ażurowej konstrukcji wsporczej lub kamiennym postumencie [1].

Trudno jest oszacować wielkość zasobu wież ciśnień, zwłaszcza że odniesienie się do obecnych granic kraju nie jest właściwe, ponieważ okres ich budowy przypadła na burzliwe lata przemian politycznych i terytorialnych związanych z okresami zaborów. Robert Baretkowski w swym opracowaniu [2] oszacował, że na analizowanym terenie (zakres terytorialny jego badań obejmuje około 80% terytorium Polski) może znajdować się blisko 900 obiektów wież ciśnień – a to jedynie część dawnego terytorium Prus.

Odnosząc się do przeanalizowanego terenu, szacuje się, że w samym województwie kujawsko-pomorskim zachowało się do dziś blisko osiemdziesiąt wież ciśnień z przełomu XIX i XX wieku, w tym 23 wodociągowe wieże ciśnień.

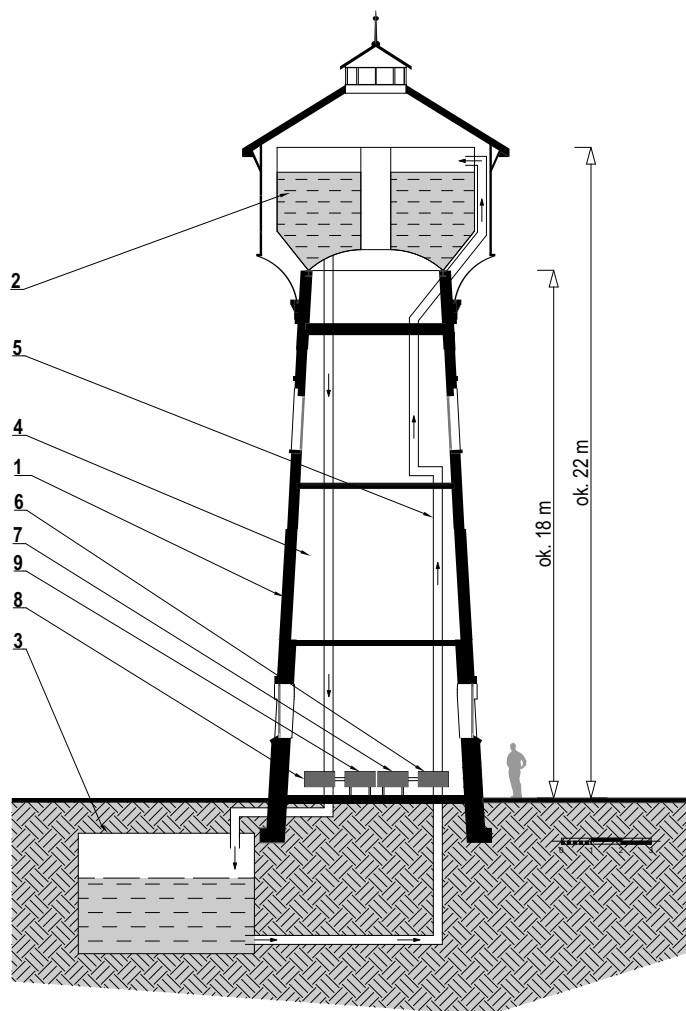
Wieża ciśnień pełni – lub należy dodać, że w większości przypadków pełni – istotną funkcję w systemie dostarczania wody, zarówno dla miejskich sieci wodociągowych, jak i infrastruktury kolejowej. Bez względu na lokalizację woda mogła być pobierana z naturalnych cieków wodnych (jak rzeki czy jeziora) lub z podziemnych źródeł. Po pobraniu, za pośrednictwem pompowni, woda była transportowana poprzez instalację do wieży ciśnień. Zadaniem pompowni było podniesienie wody na odpowiednią wysokość do zbiornika umieszczonego w głowicy wieży. To właśnie ta wysokość determinuje ciśnienie hydrostatyczne, czyli ciśnienie cieczy wywierane przez siłę grawitacji. Im wyżej znajduje się zbiornik, niezależnie od jego wielkości czy kształtu, tym większe jest ciśnienie wody. Przyjmuje się, że ciśnienie to zwiększa się o jedną atmosferę techniczną (atmosfera techniczna (at) jest jednostką ciśnienia; $1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 98066,5 \text{ N/m}^2 = 0,0980665 \text{ Mpa} = 0,980665 \text{ bar}$) na każde 10 metrów wysokości zbiornika. Zgromadzona w zbiorniku woda była następnie dostarczana do odbiorców zgodnie z ich potrzebami.

Wieża ciśnień może działać także jako zbiornik wyrównawczy, zbiornik rezerwowy, zbiornik przeciwpożarowy czy wspomagające urządzenie dodatkowe w sieci wodociągowej.

„W zasadzie wszystkie wieże ciśnień są obiektami infrastruktury wodociągowej, jednak należy je podzielić na: wodociągowe (komunalne, zwane także miejskimi), przemysłowe (fabryczne), folwarczne (wiejskie) i kolejowe” [3].

Wieża wąbrzeska dostarczała wodę mieszkańcom miasta i znajduje się w ścisłym centrum przy ul. Matejki, co za tym idzie, można ją zaklasyfikować jako wodociągową (miejską). „Wodociągowa wieża ciśnień jest to obiekt techniczny wchodzący w skład infrastruktury wodociągowej i dostarczający wodę do jej odbiorców. Wieża ciśnień jest elementem sieci miejskiej i lokalizowana jest w centrach





SZCZYTOWO-POMPOWY MAGAZYN ENERGII - SCHEMAT

Wodociągowa wieża ciśnieniowa w Wąbrzeźnie - przekrój

- 1 – Wieża ciśnieniowa (trzon),
- 2 – zbiornik górny (głowica),
- 3 – zbiornik dolny,
- 4 – instalacja rurowa spustowa,
- 5 – instalacja rurowa napełniająca,
- 6 – pompa,
- 7 – silnik elektryczny,
- 8 – turbina,
- 9 – generator prądu.

ośrodków zurbanizowanych, osiedlach, najczęściej na wniesieniach w celu uzyskania odpowiednich parametrów technicznych dostarczanej wody” [4].

Charakterystyka wodociągowej wieży w Wąbrzeźnie

Powstanie wodociągowej wieży ciśnieniowej w Wąbrzeźnie według danych z gminnej ewidencji zabytków datuje się na rok 1902. Jest to budynek o wysokości około 26 metrów, z ceglany trzonem o wysokości około 17 metrów. Całość trzonu kończy się ceglany gzymsem wieńczącym, który oddziela go od głowicy. Średnica trzonu wynosi niecałe 8 metrów. Dookoła trzonu znajdują się ozdobne blendy, pokryte tynkiem pomalowanym na biało. Wejście do budynku jest zaakcentowane ozdobnym portalem ceglany. Wewnątrz stożkowego trzonu znajduje się układ komunikacyjny umożliwiający dostęp do zbiornika. Pomiędzy poszczególnymi kondygnacjami występują stropy Kleina. Ściany wewnątrz trzonu wieży są tynkowane i bielone.

Powyżej trzonu wieży znajduje się głowica, która ostania stalowy zbiornik oraz mieści przestrzeń komunikacyjną pomiędzy

zbiornikiem a ścianą głowicy. Wokół zbiornika znajduje się ściana ostonowa mocowana do szkieletu stalowego, która wykonana jest z betonu zbrojonego siatką Rabitza. Nitowany zbiornik stalowy ma pojemność około 200 m³. W środku znajduje się kanał wewnętrzny umożliwiający dostęp do zbiornika w celach konserwacyjnych. Nowoczesne rozwiązanie konstrukcyjne, takie jak zastosowanie zbiornika stalowego typu Intze [4], umożliwiło zmniejszenie gabarytów obiektu (trzonu wieży) przy jednoczesnym zwiększeniu pojemności samego zbiornika. Średnica nadwieszony głowicy jest większa od średnicy trzonu. Dookoła głowicy umieszczone są okna typu przemysłowego, doświetlające wewnętrzne obejście zbiornika. Cylindryczna głowica przykryta jest stożkowym dachem. Na szczycie dachu znajduje się przeszklona latarnia o konstrukcji stalowej, doświetlająca przestrzeń poniżej.

Należy dodać, że w samym województwie kujawsko-pomorskim znajduje się sześć podobnych budynków, dla których możliwe jest zdefiniowanie silnych cech typologicznych „Typologie pozwalają na określenie np. tego, jakie cechy powinien mieć obiekt o danej funkcji lub jaki typ rozwiązań estetycznych

dominował w danym okresie historycznym” [5]. Na przykład wieża ciśnieniowa w Żninie, będąca wieżą wodociągową, stanowi jej bliźniaczy odpowiednik. Zaznaczyć należy, że dla tych obiektów istnieje możliwość określenia cech dystyngujących umożliwiających ich sklasyfikowanie, jednak nie jest to przedmiotem tego opracowania.

Wąbrzeska wieża ciśnieniowa jest także objęta zapisami ochronnymi i od 2014 r. znajduje się w wykazie gminnej ewidencji zabytków nieruchomych dla gminy miasto Wąbrzeźno.

Możliwość adaptacyjna na przykładzie wieży wąbrzeskiej

Niewątpliwie wieże ciśnieniowe stanowią grupę wartościowych obiektów architektonicznych. Ich unikatowość wynika z pierwotnego przeznaczenia, które definiowało charakterystyczną formę budynku. Dopóki wieże funkcjonowały, ich przetrwanie nie było zagrożone. Jednak po wyłączeniu z eksploatacji i braku pomysłu na dalsze wykorzystanie coraz częściej są traktowane jako obiekty problematyczne i niepotrzebne. W związku z tym pojawiają się wątpliwości dotyczące aktualnej i przyszłej roli wież. Niemniej jednak wieże ciśnieniowe mają wiele zalet, które



Wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie – portal wejściowy

potwierdzają ich znaczenie i potrzebę zachowania jako obiektów historycznych. Dokumentują one postęp techniczny, ilustrując przemianę infrastruktury wodociągowej czy rozwój kolei. Są to obiekty o sporym potencjale użytkowym, pod warunkiem możliwości wprowadzenia nowej funkcji, głównie w przypadku obiektów nieczynnych.

Opracowując analizę dotyczącą adaptacyjnego wykorzystania wież ciśnień, należy przeprowadzić wstępną selekcję. W pierwszej

kolejności należy oddzielić obiekty, które wciąż pełnią swoją pierwotną funkcję, zostały już poddane procesowi adaptacji lub z innych przyczyn nie nadają się do przekształceń.

Zakres przekształceń może być różnorodny i zależy od wielu czynników. Zależy m.in. od rodzaju nowej funkcji, parametrów własnych, lokalizacji czy stanu technicznego obiektu. Podczas przekształceń, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi [6], możliwe są różnorodne czynności budowlane, takie jak

budowa, odbudowa, rozbudowa lub nadbudowa, a także roboty budowlane, takie jak przebudowa, montaż, remont czy rozbiórka.

Najmniejszy poziom ingerencji w istniejącą strukturę wieży występuje, gdy program funkcjonalno-przestrzenny dla nowego przeznaczenia można zmieścić się w obrębie pierwotnej bryły, a zakres modernizacji ogranicza się do zmian wewnątrz budynku. Gdy nowa funkcja nie wymaga zwiększenia powierzchni użytkowej czy znaczących zmian w bryle, zakres prac adaptacyjnych może być minimalny. Wykorzystując – lub nieznacznie zmieniając – obecne parametry wieży ciśnień bez dodatkowego ingerowania w jej formę można przywrócić do funkcjonowania i zachować w przestrzeni miasta cenny budynek historyczny. Taka sytuacja może wystąpić w przypadku wieży ciśnień w Wąbrzeźnie, gdzie jedną z możliwości adaptacji jest przekształcenie jej w magazyn energii.

Przekształcenie w szczytowo-pompowy magazyn energii

Istnieje wiele możliwości i rozwiązań magazynu energii z użyciem naturalnych lub sztucznych zbiorników wodnych [7]. Powszechnie stosowanym rozwiązaniem przy pozyskiwaniu energii i możliwym do zastosowania przy budynkach wież ciśnień jest wykorzystanie różnicy wysokości dwóch zbiorników do pozyskiwania i magazynowania energii. Elektrownie szczytowo-pompowe są obecnie powszechnie używane do wykorzystania energii potencjalnej zgromadzonej w zbiorniku górnym, który znajduje się powyżej zbiornika dolnego. Podczas przepływu wody z górnego zbiornika do dolnego energia potencjalna przekształcana jest w energię kinetyczną, a następnie za pomocą turbiny konwertowana na energię elektryczną [8]. Analizując budowę wieży ciśnień, dysponujemy istniejącym zbiornikiem wodnym, który umieszczony na wysokości kilkunastu metrów – w przypadku wieży wąbrzeskiej dolna część zbiornika jest na wysokości 18 m, a górna na wysokości 22 m powyżej poziomu terenu, może pełnić funkcję zbiornika górnego.

Obecnie wykorzystywane rozwiązania opierają się na wykorzystaniu wody jako nośnika energii potencjalnej, która jest powszechnie dostępna. Niestety woda zmienia stan skupienia w temperaturze poniżej zera stopni Celsjusza, co ogranicza jej zastosowanie ze względu na strefę klimatyczną. Dodatkowo woda nie jest cieczą o największej gęstości, co prowadzi do ograniczenia możliwości maksymalnego magazynowania energii potencjalnej przy określonej różnicy wysokości zbiorników.

Celem proponowanego rozwiązania jest zastąpienie wody jako nośnika energii glikolem etylowym, glikolem propylenowym, dietylenowym lub monoetylenowym. Zastosowanie tych cieczy umożliwia wykorzystanie





Wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie – spód zbiornika

instalacji w temperaturach poniżej zera stopni Celsjusza. Dodatkowo glikol ma większą gęstość niż woda, co pozwala na zgromadzenie większej ilości energii przy takiej samej instalacji.

Proces adaptacyjny wodociągowej wieży ciśnień w Wąbrzeźnie polega na przekształceniu nieczynnego obiektu na potrzeby magazynowania energii potencjalnej z wykorzystaniem istniejącego stalowego zbiornika wody o pojemności około 200 m³, który stanowiłby zbiornik górny. W otoczeniu wieży, na terenie lub pod ziemią znajdowałby się zbiornik dolny. Zbiornik górny i dolny są ze sobą połączone. Instalację do obiegu cieczy wraz z turbiną, pompą, silnikiem i generatorem można umieścić

w budynku wieży (trzonie) lub w jej sąsiedztwie. Instalacja rurowa służy do pozyskiwania energii potencjalnej poprzez przepływ cieczy z górnego zbiornika do dolnego. Połączenie to jest realizowane poprzez instalację wraz z turbiną, która jest połączona z generatorem. Dodatkowo rozwiązanie wyposażone jest w instalację rurową do pompowania cieczy ze zbiornika dolnego do górnego za pomocą pompy połączonej z silnikiem. Dzięki zastosowaniu instalacji rurowej możliwa jest konwersja energii elektrycznej na energię potencjalną. Powyższe rozwiązanie z wykorzystaniem wodociągowej wieży ciśnień w Wąbrzeźnie przedstawiono na schemacie magazynu energii szczytowo-pompowego.

Podsumowanie

Przedstawione rozwiązanie koncentruje się na efektywnym magazynowaniu energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł. Kluczowym elementem tego podejścia jest wykorzystanie już istniejących obiektów, co nie tylko minimalizuje koszty inwestycyjne, ale również skraca czas potrzebny na wdrożenie projektu. Dodatkowo integracja z istniejącą infrastrukturą zwiększa elastyczność systemu energetycznego, umożliwiając lepsze dostosowanie do zmieniających się warunków rynkowych i technologicznych.

W ostatnim czasie wzrasta ilość instalacji pozyskujących energię ze źródeł odnawialnych w Polsce [9], co przekłada się na zwiększenie zapotrzebowania na magazyny energii. Jest to konsekwencją braku synchronizacji okresu największej produkcji energii przez te urządzenia z okresem zapotrzebowaniem na nią. Innymi słowy występuje nadwyżka wyprodukowanej energii np. z paneli fotowoltaicznych w godz. 12.00–15.00, a zapotrzebowaniem na nią np. przez gospodarstwa domowe w godz. 16.00–20.00.

Proponowane rozwiązanie pozwala na zwiększenie efektywności elektrowni szczytowo-pompowej poprzez zastosowanie glikolu zamiast wody, co może skutkować wzrostem efektywności o około 11% ze względu na różnicę w gęstości pomiędzy wodą a glikolem. Dodatkowo proponowane rozwiązanie można stosować w niższych temperaturach atmosferycznych bez konieczności ogrzewania dzięki zastosowaniu cieczy o niższej temperaturze zamarzania.

Proces adaptacji wieży ciśnień jest skomplikowany ze względu na ich charakterystyczną formę i pierwotną funkcję. Wprowadzenie nowej, współczesnej roli często wymaga znacznej ingerencji w istniejącą strukturę. W przypadku przekształcenia wodociągowej wieży ciśnień w Wąbrzeźnie na potrzeby magazynu szczytowo-pompowego ingerencja w historyczną substancję jest jednak zminimalizowana. Dzięki temu możliwe jest przywrócenie do użytku cennego obiektu, który nie tylko odgrywał istotną rolę w rozwoju infrastruktury wodociągowej, ale także stanowi charakterystyczny element panoramy miasta.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Jerczyński M., Kolejowe stacje wodne cz.1 – wieże ciśnień, „Świat kolei” 10/2002, s. 18.
- [2] Baretkowski R., Kolejowe wieże ciśnień Polski Zachodniej – zabytkowy zasób sieciowy architektury i jego struktura typologiczna, „Przestrzeń i Forma” nr 48/2021, Szczecin 2021, s. 315.
- [3] Brzeziński P., Kujawsko-Pomorskie wieże ciśnień – stan zasobu, systematyka i współczesna rola w przestrzeni, praca doktorska, Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie, Szczecin 2017, s. 31.
- [4] Ziółko J., Zbiorniki metalowe na ciecze i gazy, Arkady, Warszawa 1986, s. 143.
- [5] Niezabitowska E.D., Metody i techniki badawcze w architekturze, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014, s. 270.
- [6] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane, Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.



Wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie – ul. Matejki

[7] Wojciechowski H., Technologie magazynowania energii. Cz. II, Energy storage technologies. Part II, „Instal”, 3/2017.

[8] Na podstawie rozwiązania w patencie nr US 4443707 oraz nr US 8643206 B2.

[9] Energia ze źródeł odnawialnych w 2022 r., Analiza Statystyczna, GUS, Warszawa–Rzeszów 2023.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.7325

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Brzeziński Piotr, Strzelecki Przemysław, 2024, Wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie jako szczytowo-pompowy magazyn energii, „Builder” 10 (327). DOI: 10.5604/01.3001.0054.7325

STRESZCZENIE:

Nieczynne budynki wież ciśnień, takie jak m.in. wodociągowa wieża ciśnień w Wąbrzeźnie (woj. kujawsko-pomorskie), są charakterystycznymi elementami krajobrazu miast. Są także wyznacznikiem przestrzeni, swoistą dominantą lokalną – znakiem w przestrzeni. Wieże ciśnień to obiekty wodociągowej infrastruktury technicznej, są świadkami jej rozwoju oraz przedstawiają świadectwo postępu technicznego, są także obiektami historycznymi, gdyż ich powstanie datuje się głównie od połowy XIX wieku do połowy XX wieku.

Mimo ich technicznego przeznaczenia są to obiekty o zauważalnej wartości architektonicznej – cennym detalu architektonicznym z okresu rewolucji przemysłowej. W znacznej większości wodociągowe wieże ciśnień nie są już użytkowane zgodnie z ich pierwotnym przeznaczeniem. Często są nieczynne, a ze względu na pogarszający się stan techniczny i brak pomysłu na zagospodarowanie powoli znikają z naszej przestrzeni. Celem przywrócenia ich do funkcjonowania jest nadanie im nowej funkcji, czyli konieczności przeprowadzenia procesu adaptacji. Jedną z możliwości jest przekształcenie nieczynnej wodociągowej wieży ciśnień w szczytowo-pompowy magazyn energii z wykorzystaniem jej parametrów technicznych. Bazując na różnicy wysokości pomiędzy zbiornikiem górnym a zbiornikiem dolnym, możliwe jest wykorzystanie cieczy (glikolu) jako nośnika energii, który może pracować niezależnie od warunków atmosferycznych. Daje to możliwość pozyskania oraz magazynowania energii elektrycznej. Te procesy zostaną szczegółowo przedstawione w artykule.

SŁOWA KLUCZOWE:

wodociągowa wieża ciśnień, obiekt historyczny, dominanta lokalna, adaptacja, magazyn szczytowo-pompowy

ABSTRACT:

MUNICIPAL WATER TOWER IN WĄBRZEŹNO AS A PUMPED STORAGE ENERGY STORAGE FACILITY.

Disused water tower buildings, such as Wąbrzeźno water tower (Kuyavian-Pomeranian Voivodeship), are characteristic elements of the landscape that surrounds us. They are also a determinant of space, a kind of local dominant - a sign in space. Water towers are objects of water supply technical infrastructure, they are witnesses of its development and provide evidence of technical progress, they are also historical objects, as their construction dates mainly from the mid-19th century to the mid-20th century. Despite their technical purpose, they are objects of noticeable architectural value - a valuable architectural detail from the period of the industrial revolution. The vast majority of water supply towers are no longer used for their original purpose. They are often closed, and due to their deteriorating technical condition and lack of ideas for development, they are slowly disappearing from our space. The purpose of restoring them to functioning is to give them a new function, i.e. the need to carry out an adaptation process. One of the possibilities is to transform an inactive water supply tower into a pumped-storage energy storage facility using its technical parameters. Based on the difference in height between the upper and lower tanks, it is possible to use liquid (glycol) as an energy carrier, which can operate regardless of weather conditions. This makes it possible to obtain and store electricity. The above processes will be presented in detail in the article.

KEYWORDS:

municipal water tower, historical object, local dominant, adaptation, pumped-storage storage