

Impregnacja drewna – chemiczne środki ochrony drewna przed korozją

Krótką historia

- pierwsze doniesienia na temat substancji chemicznych stosowanych do ochrony drewna pochodzą z czasów starożytności
 - w starożytnym Egipcie wyjątkowo cenne wyroby z drewna nasączano olejem cedrowym
 - stosowano wówczas oleje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego
- przez wiele stuleci stosowano przetwory smoły drzewnej i węgla kamiennego
- istotny przełom przyniósł wiek XIX → podkłady kolejowe, słupy telegraficzne
 - zaczęto stosować nieorganiczne środki soli rozpuszczalnych w wodzie
 - były to sole fluoru, arsenu, chromu, miedzi, niestety wiele z tych środków nie była obojętne dla zdrowia człowieka

Podziały środków przyjęte przez ITB

- **SPOSÓB DZIAŁANIA**

- grupa A - działanie zabezpieczające
- grupa B - działanie zwalczające

- **CECHY UŻYTKOWE I ZASTOSOWANY ROZPUSZCZALNIK**

- oleiste - zawierają naturalne lub syntetyczne oleje o właściwościach toksycznych dla szkodników
- rozpuszczalnikowe - toksyczne substancje rozpuszczone są w lekkich rozpuszczalnikach organicznych
- środki solne - sypkie substancje przeznaczone do rozpuszczenia w wodzie

Środki oleiste

raczej nie stosowane w budownictwie z uwagi na uciążliwy zapach, zwiększenie palności drewna, zawartość rakotwórczego **benzo-a-pirenu**

- **olej impregacyjny (kreozotowy)**

- produkt destylacji frakcyjnej smoły węgla kamiennego
- należy do najbardziej rozpowszechnionych i wartościowych impregatów
- stosowany nieprzerwanie od 1838 r. do impregnacji podkładów i słupów itp.

- **karbolineum węglowe**

- produkt destylacji smoły węgla kamiennego po oddzieleniu antracenu
- znany od 1888 r.

- **smoła drzewna**

- produkt destylacji smoły drzewnej
- oleje z destylacji smoły gatunków liściastych mają ograniczone zastosowanie, natomiast gatunków iglastych są jednym z najstarszych znanych człowiekowi środków do impregnacji

Środki rozpuszczalnikowe

- zaczęto je stosować na skalę przemysłową na początku XX w. w USA i Niemczech
- środkami toksycznymi są **biocydy** nierozpuszczalne w wodzie, dlatego też wykazują zwiększoną odporność na wymywanie
 - **biocydy** (gr. *bios* życie + łac. *-cida* od *caedere* zabijać) - związki syntetyczne (np. pestycydy, zaprawy nasienne, kwas pruski) lub pochodzenia naturalnego (np. Albarep – koncentrat czosnkowy o właściwościach repelencyjnych i bakteriostatycznych, antybiotyki, fitoncydy, wyciągi z ziół) do zwalczania szkodliwych organizmów w rolnictwie, leśnictwie i przechowalnictwie
 - większość biocydów niszczy także pożyteczne organizmy oraz wywołuje niekorzystne zmiany w składzie mikroorganizmów
- **aldryna** - niebezpieczna dla ludzi
- **HCH** - sześciochlorocykloheksan- szkodliwy dla zdrowia

- **fenole** – szkodliwe dla organizmów stałocieplnych; wchłaniane są przez drogi oddechowe, skórę i przewód pokarmowy
- **naftaleny** - właściwości toksyczne zbliżone do fenoli
- **kumylofenol** – stanowi znacznie mniejsze zagrożenie dla środowiska w porównaniu z innymi fenolami
- **nafteniany i związki cynoorganiczne**
przez wiele lat uważane za mało szkodliwe obecnie jednak nie zalecane
- **produkty destylacji ropy naftowej** - raczej tylko jako rozpuszczalniki
- **biocydy** nowej generacji w postaci środków rozpuszczalnikowych:
 - sulfamidy (dichlofluand, tolifluand)
 - triazole (tebuconazol, propiconazol)
 - jednoorganiczne pochodne izotrianolu i benzotiazolu

Środki solne

- od XIX w. stosowano chlorek rtęci, cynku i siarczan miedzi łatwo wmywane przez wodę
- do niedawna produkowane były tylko w postaci sypkiej obecnie są to wodne kondensaty lub pasty
- **związki arsenu**
 - reagują z substancjami drewna powstają niewymywalne związki o właściwościach jeszcze bardziej toksycznych - niestety również dla środowiska, stąd zakaz stosowania tych preparatów wielu krajach w tym i w Polsce
- **związki chromu**
 - działanie i zachowanie podobne do arsenu, zabarwiają drewno na zielono
 - wykazano właściwości rakotwórcze stąd wycofuje się je

- **związki cynku**
 - wmywane z drewna - wycofuje się
- **związki fluoru**
 - wydzielają szkodliwy dla zdrowia fluor - wycofano
- **związki boru**
 - toksyczne wobec grzybów i owadów, właściwości ognioochronne, łatwo ulegają wmywaniu tak więc stosowanie pod dachem
 - dopuszczone
- **związki miedzi**
 - ich właściwości znane są od 1807 r.
 - obecnie samodzielnie niestosowane tylko jako komponenty
 - mało szkodliwe dla organizmów stałocieplnych

- **fenolany** i ich pochodne, w Polsce stosowanie ich jest zabronione

- **benzoesany i salicylany**

- stosowanie tych związków w ochronie drewna ma bardzo krótką tradycję

- w poszukiwaniu bezpiecznych fungicydów zwrócono uwagę na **środki konserwujące żywność**

fungicydy (łac. *fungus* - grzyb, *caedo* - zabijam) - środki chemiczne (najczęściej związki organiczne siarki i miedzi) mające zastosowanie w zwalczaniu grzybów atakujących rośliny

- hamują rozwój drobnoustrojów, w tym grzybów
- duża wymywalność ograniczyła ich stosowalność
- związki fosforu
- zwiększają właściwości ogniochronne drewna

Impregnaty stosowane w polskim budownictwie

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| • Antox B | • Imprex Aquagur |
| • Antox Z | • Imprex budowlany |
| • Biolinak | • Imprex W |
| • Boramon | • Intox S |
| • Drewnosol 2 | • Intox U |
| • Drewnosol 3 | • Korasit KS |
| • Farba biochemiczna - Steridex | • Ocean 441 B |
| • Fobos M-2 | • Ogniochron |
| • Fungitox NP | • Pleśniotox E |
| • Fungitox S | • Pleśniotox |
| • Glassohyd Holzschutzgrund | • Wolmanit CX-S (CX-10) |

Antox B

- specjalistyczny środek rozpuszczalnikowy zawierający
 - permetrynę
 - rozpuszczalniki benzynowe
- zwalczanie owadów i zabezpieczanie drewna przed owadami
- stosowany wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń
- w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi
- nie przebarwia drewna

Antox Z

- zawiera:
 - fungicyd-karboksylan trójbutyllocynowy
 - insektycyd – endosulfan,
 - środki modyfikujące
- nie przebarwia drewna
- nie stosowany w pomieszczeniach mieszkalnych przeznaczonych na stały pobyt ludzi i zwierząt

Biolinak

- w postaci farby emulsyjnej z dodatkiem biocydu
- nanosi się bez rozcieńczania na tynki cementowo – wapienne, cementowe i płyty kartonowo- gipsowe
- czasowe zabezpieczenie uporczywie pleśniejących ścian w pomieszczeniach mieszkalnych i magazynowych

Boramon

- wodorozcieńczalny preparat zawierający czwartorzędowe związki amoniowe i związki boru
- zwalczanie grzybów domowych i pleśniowych na drewnie, murach i tynkach oraz owadów
- stosowany na zewnątrz i wewnątrz pomieszczeń, w tym przeznaczonych na stały pobyt ludzi
- zabezpieczone drewno może być narażone na czasowe zawilgocenie
- drewno nie zmienia swego zapachu

Drewnosol 2

- środek solny w postaci proszku do rozpuszczenia w wodzie
- zawiera związki:
 - boru
 - cynku
 - kwasy organiczne
- zabezpieczenie drewna i materiałów drewnopochodnych przed działaniem grzybów domowych, pleśni i sinizny
- jest wymywany z drewna, zatem najlepiej stosować wewnątrz pomieszczeń, w tym przeznaczonych na stały pobyt ludzi

Drewnosol 3

- środek solny w postaci proszku do rozpuszczenia w wodzie
- zawiera związki:
 - boru
 - fluoru
 - kwasy organiczne
- zabezpieczenie drewna i materiałów drewnopochodnych przed działaniem grzybów domowych i pleśni oraz ognia
- jest wymywany z drewna, zatem najlepiej stosować wewnątrz pomieszczeń

Farba biochemiczna Steridex

- wykonywanie powłok bioochronnych na powierzchniach tynków, ceramice i drewnie
- powinna być stosowana w zestawie z:
 - roztworem gruntującym PU Primer
 - płynem czyszczącym Biocidal Wasch

Fobos M-2

- preparat solny w formie białego proszku
- zawiera:
 - fosforany jedno i dwuamionowe
 - związki boru
 - mocznik
- zabezpiecza przed grzybami domowymi i owadami
- wymywany przez wodę, stosuje się zatem wewnątrz
- może powodować wysolenia na powierzchni drewna
- UWAGA!
 - bezpośrednio po zabiegu należy umożliwić odparowanie wilgoci
 - nieostrożnie wykonana impregnacja może podwyższyć podatności na pleśń

Fungitox NP

- biały proszek (czasem barwiony)
- zawiera:
 - fosforany
 - związki amonowe
 - związki boru
 - benzoesan sodu
- zabezpieczenie drewna i materiałów drewnopochodnych przed działaniem grzybów domowych i pleśni oraz **ognia**
- w zależności od stężenia: - 30 % bio- i ognioochrona
 - 10 % tylko bioochrona
- łatwowymywalny - elementy wewnętrzne lub zabezpieczone przed wilgocią

Fungitox S

- preparat solny w postaci białego proszku
- zawiera:
 - związki boru
 - benzoesan sodu
- zabezpiecza przed grzybami domowymi i owadami
- zwalcza grzyby domowe i owady
- wymywany przez wodę może być stosowany w miejscach zabezpieczonych przed wilgocią
- nie może być stosowany w miejscach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i zwierząt oraz w magazynach pasz i żywności

Imprex Aquadud

- preparat w postaci emulsji barwy mlecznoróżowej
- zawiera:
 - propiconazol
 - tebuconazol
 - IPBC
 - cyflutrynę
 - żywicę alkaidową
- chroni drewno przed działaniem wilgoci, zmniejsza jego nasiąkliwość
- zabezpiecza przed grzybami domowymi, pleśnią, sinizną i owadami
- może być stosowany samodzielnie lub jako grunt pod wyroby lakierowe, wewnątrz i zewnątrz pomieszczeń

Imprex budowlany

- na bazie rozpuszczalników naftopochodnych
- zawiera
 - kumylofenol
 - cyflutrynę
 - ftalan
 - dibutyl
- zabezpiecza i zwalcza grzyby domowe
- nie barwi drewna
- nie zmienia zapachu drewna
- można w ograniczonym zakresie stosować wewnątrz pomieszczeń, raczej na zewnątrz

Imprex W

- na bazie rozpuszczalników naftopochodnych
- zawiera:
 - kumylofenol
 - cyflutrynę
 - ftalan
 - dibutyl
 - chloroparafinę
 - oleje mineralne
- trudnowymywalny - stosowanie wyłącznie na zewnątrz
- zmienia zapach drewna
- zabezpiecza i zwalcza grzyby domowe
- zabezpieczony element nie powinien długo stykać się z gruntem

Intox S

- preparat solny w postaci białego proszku
- zawiera:
 - związki boru
 - kwas salicylowy
- zabezpiecza przed grzybami domowymi i owadami
- zabezpieczenie podsypek budowlanych
- może być stosowany w miejscach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i zwierząt oraz w magazynach pasz i żywności
- łatwowymywalny, zatem powinien być chroniony przed wilgocią

Intox U

- preparat solny w postaci białej pasty
- zawiera:
 - związki boru
 - czwartorzędowe związki amoniowe
 - karbaminiany
 - dodatki modyfikujące
- zabezpiecza drewno przed grzybami domowymi, pleśnią, sinizną, owadami
- zwalcza pleśń, glony oraz bakterie na tynkach i drewnie
- może być stosowany w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt zwierząt i ludzi
- raczej w miejscach zadaszonych
- elementy zabezpieczone nie mogą spotykać się z gruntem
- preparat utrwala się w drewnie

Korasit KS

- preparat wodorozcieńczalny w postaci granatoniebieskiego koncentratu
- zawiera:
 - związki miedzi
 - czwartorzędowe związki amoniowe
- zabezpiecza drewno przed grzybami domowymi i owadami
- stosowany na zewnątrz i wewnątrz pomieszczeń
- trudnowymywalny
- elementy zabezpieczone mogą kontaktować się z gruntem
- nie jest w wolnej sprzedaży, jest bezpośrednio dostarczany do zakładów impregnujących drewno

Ocean 441 B

- impregnat dekoracyjno ochronny do drewna i materiałów drewnopochodnych
- zawiera:
 - żywice syntetyczne
 - antypireny
 - tolifluanid
 - tebuconazol
 - cyflutrynę
 - rozpuszczalniki organiczne
- zabezpiecza drewno przed grzybami domowymi, pleśnią owadami oraz ogniem
- elementy zabezpieczone mogą być wystawione na działanie warunków atmosferycznych, ale nie powinny kontaktować się z gruntem

Ogniochron

- biały proszek (czasem barwiony)
- zawiera:
 - fosforan jednoamonowy
 - siarczan amonowy
 - związki boru mocznik
- zabezpiecza przed grzybami domowymi, owadami i **ogniem**
- wymywany przez wodę stosuje się zatem wewnątrz lub pod zadaszeniem
- może powodować wysolenia na powierzchni drewna
- UWAGA!
 - bezpośrednio po zabiegu należy umożliwić odparowanie wilgoci
 - niestarannie wykonana impregnacja może podwyższyć podatności na pleśń

Pleśniotox E

- preparat wodorozcieńczalny
- zawiera:
 - N-metylochloroacetamid
 - izotiazole
 - etery glikoli
 - alkohol izopropylowy
- zwalcza grzyby pleśniowe, glony i bakterie na tynkach i murach
- dezynfekcja materiałów i elementów wystroju wnętrz
- stosowanie w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi

Pleśniotox

- preparat wodorozcieńczalny w formie emulsji
- zawiera:
 - wodno-alkoholowo-ketonowy roztwór soli sodowej kumylofenolu
 - 2-merkap-tobenzotiazolu
- zabezpiecza przed działaniem grzybów domowych i pleśni porowate płyty pilśniowe
- zwalcza grzyby domowe na drewnie
- dezynfekcja porażonych przez grzyby domowe i pleśnie murów i tynków
- uciążliwy zapach znika po wykonaniu zabiegu

Wolmanit CX - S (CX - 10)

- wodorozcieńczalny granatowoniebieski preparat
- zawiera:
 - kompleksy miedziowo organiczne Cu-HDO
 - nieorganiczne związki miedzi
 - nieorganiczne związki boru
- zabezpiecza drewno przed grzybami domowymi i owadami
- trudnowymywalny
- przeznaczony do impregnacji ciśnieniowo-próżniowej
- stosowanie wewnątrz i zewnątrz budynków, w bezpośrednim kontakcie z gruntem
- nie jest dostępny w wolnej sprzedaży , jest dostarczany bezpośrednio do zakładów impregnujących drewno

Zjawiska wykorzystywane podczas impregnacji drewna

- zjawisko podciągania kapilarnego
- zjawisko dyfuzji

samorzutne przemieszczanie się cząsteczek masy w środowisku dyfuzyjnym (zawsze dyfuzja przebiega w kierunku ośrodka o mniejszym stężeniu)

Zjawiska kapilarne

- to cały szereg zjawisk związanych z zachowaniem par i cieczy a pojawiających się dla wielu obiektów o małym wymiarze charakterystycznym (np. rurki kapilarne) i silnie zależne od tego wymiaru, przy kącie zwilżania powyżej 90 stopni
- w zależności od zwilżania i średnicy rurki zjawisko może się pojawiać lub zanikać - zachodzi ono do momentu, gdy ciężar słupa wody równoważy siły kapilarne

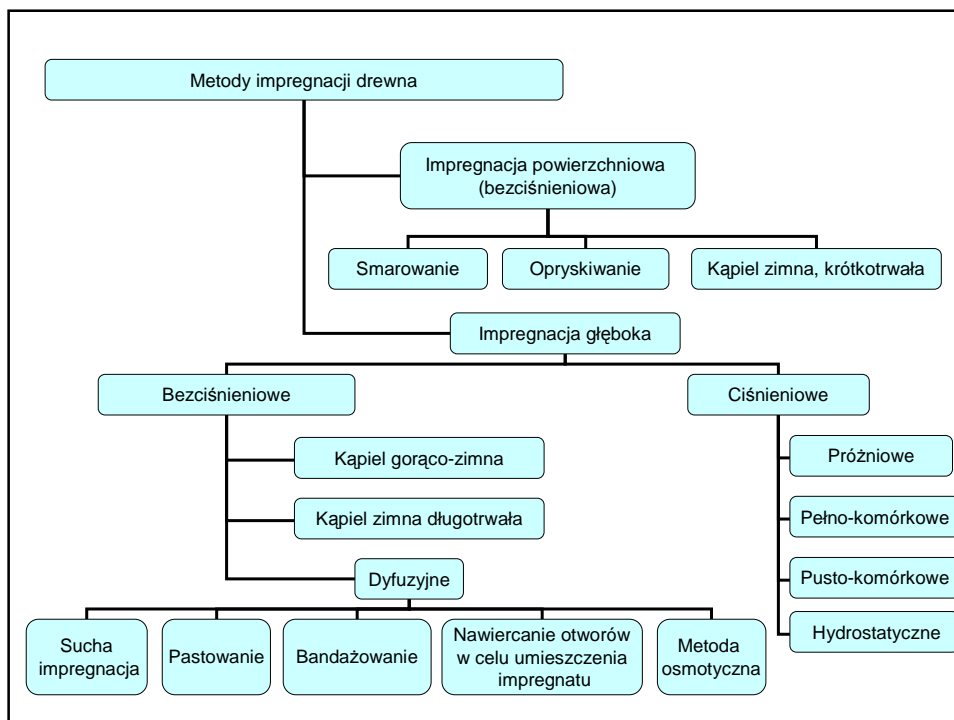
Wysokość podciągania kapilarnego określa wzór:

$$h = \frac{2T \cos \theta}{\rho g r}$$

- gdzie:
 - h - wysokość podciągania (m)
 - T = napięcie powierzchniowe (J/m² lub N/m)
 - θ = kąt zwilżania
 - ρ = gęstość cieczy (kg/m³)
 - g = przyspieszenie ziemskie (m/s²)
 - r = promień rurki (m)
- dla czystej wody kontaktującej się ze szklaną rurką i powietrzem:
 - $T = 0.0728$ J/m² at 20 °C
 - $\theta = 20^\circ$ (0,35 rad)
 - $\rho = 1000$ kg/m³
 - $g = 9,8$ m/s²
- woda podniesie się:
 - o 0,014 mm w rurce o $r = 1$ m
 - o 14 mm w rurce o $r = 1$ mm
 - o 140 mm w rurce o $r = 0,1$ mm

Dyfuzja

- proces rozprzestrzeniania się cząsteczek lub energii w danym ośrodku (np. w gazie, cieczy lub ciele stałym), będący konsekwencją chaotycznych zderzeń cząsteczek dyfundującej substancji między sobą i/lub z cząsteczkami otaczającego ją ośrodka
- ze względu na skalę zjawiska, rozpatruje się dwa podstawowe rodzaje dyfuzji:
 - **dyfuzja ślędzona** (ang. *tracer diffusion*) to proces mikroskopowy polegający na chaotycznym ruchu pojedynczej ("ślędzonej") cząsteczki (przykład: Ruchy Browna).
 - **dyfuzja chemiczna** to proces makroskopowy obejmujący makroskopowe ilości materii (lub energii), zwykle opisywany równaniem dyfuzji i prowadzący do wyrównywania stężenia (lub temperatury) każdej z dyfundujących substancji w całym układzie
- innym przykładem dyfuzji jest zjawisko osmozy, polegające na przemieszczaniu się cząsteczek i jonów przez błony półprzepuszczalne, w kierunku wyrównywania się stężenia związku chemicznego lub jonu, zdolnego do przenikania przez błonę
- siłą napędową osmozy jest dokładnie to samo co napędza dyfuzję swobodną w mieszaninach; różnica polega na tym, że błona przepuszcza tylko wybrane składniki mieszaniny, podczas gdy inne nie



Rodzaje impregnacji

- impregnacja bezciśnieniowa
- impregnacja ciśnieniowa
- impregnacja powierzchniowa

Impregnacja bezciśnieniowa

- przebiega w normalnych warunkach przy ciśnieniu atmosferycznym
- w przypadku drewna suchego działają siły podciągania kapilarnego lub siły związane ze zjawiskiem dyfuzji dla drewna mokrego
- wiele z tych metod nie wymaga specjalistycznego oprzyrządowania i zaliczana jest do prostych metod impregnacji
- smarowanie
- opryskiwanie
- polewanie
- kąpiele

Impregnacja ciśnieniowa

- stosuje się różne formy wymuszonego ciśnienia w celu wprowadzenia impregnatu do drewna
- metoda niskociśnieniowa poniżej 150 kPa
- metoda wysokociśnieniowa powyżej 150 kPa

Impregnacja powierzchniowa

- obejmuje metody, przy których preparat wnika na głębokość 2-8 mm
- pewną odmianą tych metod jest nanoszenie dekoracyjne na głębokości 1 mm na stopień zagrożenia

Impregnacja głęboka

- przesycenie drewna na głębokość powyżej 8 mm

Nasycanie metodą smarowania

- nanoszenie impregnatu za pomocą pędzli, szczotek, wałków
- zabieg wykonuje się co najmniej 2 razy w odstępach 1 - 3 godzinnych
- zużycie roztworu 0,25 - 0,4 kg/m²
- współczynniki strat dla powierzchni pionowych 1.15, a sufitowych nawet 2
- metoda bardzo pracołłonna, ale nieoceniona przy pracach remontowych
- podgrzanie preparatu zwiększa skuteczność wchłaniania, ale należy zwracać uwagę na temperaturę zapłonu

Nasywanie metodą opryskową

- nanoszenie co najmniej dwukrotnie preparatu za pomocą urządzenia natryskowego
- uwaga, pomimo, że nanoszenie odbywa się pod ciśnieniem, to sam proces wchłaniania jest procesem bezciśnieniowym
- straty 25 - 30 %, ale krótszy 2 - 3 krotnie czas
- zagrożenie dla pracowników z uwagi na duże rozpylenie substancji toksycznych

Nasywanie metodą polewania

- polewanie substancjami wykonuje się w specjalnych tunelach, w których elementy przemieszczane są na podajnikach rolkowych
- pomieszczenie zamknięte powoduje brak przenikania toksycznych substancji do środowiska

Nasycanie metoda kąpieli

- zanurzenie drewna w środku impregnującym
- w ten sposób można uzyskać impregnację powierzchniową i głęboką
- stosunkowo niski koszt wyposażenia konieczne są jedynie chemoodporne wanny z odpowiednimi przykrywkami
- nasycanie metodą kąpieli krótkotrwałej zimnej
- kąpiel trwa 30 -180 minut w temperaturze 20 °C
- zużycie impregnatu 0,5 - 0,7 kg/m², głębokość wnikania 3-6 mm
- przedłużanie kąpieli w małym stopniu powoduje zwiększenie głębokości wchłaniania
- głębokość wchłaniania powinna być określona po pewnym czasie po wyciągnięciu z kąpieli

Nasycanie metodą kąpieli długotrwałej zimnej

- powinna trwać do 24 godzin do 6 - 8 dni
- głębokość wnikania 10 - 30 mm
- zużycie preparatu 150 kg/m³
- drewno wilgotne powinno być nasączone preparatami o większym stężeniu

Nasycanie metodą kąpeli gorąco – zimnej

- impregnacja głęboka zanurza się element w kąpeli gorącej i zimnej
- kąpiel gorąca w roztworze impregnatu solnego o temperaturze 60 - 70°C lub roztworu oleistego o temperaturze 80 - 90 °C.
- czas przebywanie w kąpeli gorącej zależy od wymiarów elementu i wynosi 2 - 4 godziny
- kąpiel zimna w temperaturze 15-20 °C na czas 2 - 3 godziny
- gdy nie ma 2 wanien to po kąpeli gorącej pozostawia się w niej drewno aż do całkowitego wystygnięcia, do 20 godzin
- głębokość wchłaniania 20 - 30 mm
- zużycie preparatu 100 - 200 kg/m³ drewna
- skuteczność tej metody uzyskiwana jest przez następujące zjawisko: podczas ogrzewania powietrze zawarte w drewnie rozszerza się i uchodzi na zewnątrz, natomiast podczas drugiego etapu schłodzony materiał wraz z kurczeniem się zawartego wewnątrz powietrza powoduje wchłonięcie dodatkowej ilości impregnatu

Nasycanie metodą osmotyczną (dyfuzyjną)

- odmiana pastowania - po raz pierwszy metoda została wprowadzona w leśnictwie niemieckim w 1930 r. do zabezpieczania świeżociętych drzew
- czynności:
 - dłużyce należy okorować
 - pokryć pastą
 - szczelnie okryć plandekami na 3 - 4 miesiące (w tym czasie w wyniku dyfuzji substancje toksyczne wnikają na głębokość 30 mm)
 - wyczyścić
 - wysuszyć

Niskociśnieniowe metody impregnacji drewna

- większość metod ma raczej znaczenie historyczne i na skalę przemysłową nie jest stosowana, jednak w sytuacji rozwoju małych przedsiębiorstw może być przydatna
- nasycanie hydrostatyczne bouchéri'go (metoda zastępowania soków) z 1838 r. - nasycanie drewna w korze do 2 tygodni po ścięciu
- czynności:
 - na koniec odziomkowy kłody zakładany jest szczelny kołpak do którego doprowadzany jest preparat impregnujący pod niskim ciśnieniem wytworzonym przez kompresor lub zawieszenie zbiornika na wysokości 10 - 12 m nad poziomem terenu kłoda jest delikatnie nachylona wolnym końcem ku dołowi
 - preparat powoli wypełnia część bielastą początkowo wyciekają soki potem preparat
 - sprawdza się stężenie preparatu doprowadzonego i odprowadzanego gdy stężenia się zrównają.
- proces trwa 6-12 dni
- toksyczna dla środowiska

Nasycanie metodami próżniowymi

- metody pojedynczej próżni VAC i podwójnej próżni VAC – VAC znane już były w latach czterdziestych XX w.
- w metodzie VAC proces przeprowadza się w cylindrycznej lub prostopadłościennym komorze, szczelnie zamykanej
- czynności:
 - obniżenie ciśnienia do 16 kPa (84% próżnia) i utrzymanie przez 10 - 15 minut
 - wprowadzenie impregnatu do komory
 - powolne wyrównanie ciśnienia przez 20 - 60 minut
- zużycie impregnatu 100-200 kg/m³

Wysokociśnieniowe metody impregnacji drewna

- często nazywane metodami próżniowo ciśnieniowymi
- metody impregnacji głębokiej, służą do zabezpieczenia drewna przeznaczonego do trudnych warunków, odkryta przestrzeń, bezpośredni kontakt z gruntem lub wodą, zabezpieczenie podwalin
- charakteryzują się najlepszymi wynikami techniczno i ekonomicznymi
- można nasycać nawet gatunki trudno nasycalne

Nasycenie pełnokomórkowe

- metoda Bethella
- metoda Rüpinga
- metoda Lowry'ego
- metoda Boultona
- metoda cykliczna
- metoda oscylacyjna i alternacyjna
- metoda Rogal

Specjalistyczne metody ochrony drewna

- **gazowanie** - element umieszcza się w komorze, poczym obniża ciśnienie i wprowadza gaz, który penetruje strukturę drewna
- **powlekanie pastami grzybobójczymi** - dyfuzyjna impregnacja drewna wilgotnego i mokrego
- **bandażowanie** - w miejscach szczególnie zagrożonych przez rozkład biologiczny bandaż wykonany jest z materiału wodoodpornego zapobiega dyfuzji środka poza obszar drewna (zabezpieczanie elementów drewna stykających się z gruntem, takich jak słupy, pale)
- zabezpieczanie belek w gniazdach murów często dodatkowo nakłuwa się powierzchnię elementu

- **nasycanie przez nawiercanie otworów**
 - drewno w budownictwie ogólnym i w obiektach zabytkowych
 - przed rozpoczęciem zabiegu należy obliczyć wytrzymałość i określić osłabienie elementu otworami
 - otwory posiadają średnicę 10 -15 mm
 - odległość między otworami w elementach poziomych 15 - 40 cm wzdłuż włókien, 3 - 6 cm w poprzek włókien
 - nawierty powinny być ułożone w szachownicę, głębokości 3 cm , pod kątem 45⁰ od osi pionowej.
 - w otworach umieszcza się pastę grzybobójczą i zatyka kołkami

- **naboje grzybobójcze** - w nawiercone otwory umieszcza się naboje grzybobójcze
- **metoda zastrzykowa COBRA** - wbija się w powierzchnie drewna igły i wprowadza impregnat pod niewielkim ciśnieniem
- **sucha impregnacja** – stosuje się do elementów budowlanych oraz podsypek i nasypek (po prostu posypuje się poziome elementy solami)
- **hydrofobizacja drewna** - metodami powierzchniowymi lub wgłębnymi wprowadza się związki chemiczne w postaci monomerów, które nadają drewnu charakter hydrofobowy (ochrona przed wilgocią i wodą)