

Solutii tehnice & Competenta  
Analiza fenomenelor tranzitorii  
Lovitura de berbec

# Solutia tehnica completa creste eficienta operationala

## Introducere

Lovitura de berbec are loc atunci cand viteza fluidului in sistemele de conducte se schimba brusc, asa ca la oprirea pompei, pornirea pompei sau inchiderea respectiv deschiderea vanei. Este important de proiectat sistemul pentru a preveni lovitura de berbec si a evita consecintele potential devastatoare, astfel ca avarii la componente si echipament si riscurile pentru personal.

Determinarea modului de prevenire a loviturii de berbec necesita intelegerea aprofundata a proprietatilor fluidului, a ecuatiilor ce guverneaza fenomenul, a constructiei si a functionarii sistemului de conducte, a vanelor, pompelor si statiilor de pompare. Prezentam elementele de baza ale loviturii de berbec, ecuatiile aplicabile, riscurile potientiale, precum si metode de evaluare, diminuare si/sau eliminare a consecintelor acestui tip de fenomen tranzitoriu.

Obtinerea celui mai scazut cost total de utilizare

Cand furnizeaza solutii de pompare, Flygt prefera sa ia in considerare costul total de utilizare.



Costuri de achizitie

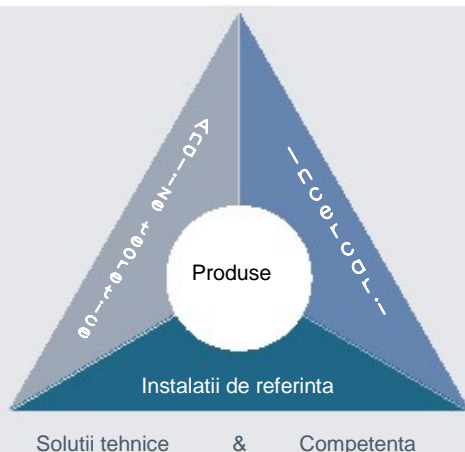
Costuri asociate cu proiectarea, excavarea, constructiile civile, cumpararea, instalarea si punerea in functiune a echipamentului.

Costuri operationale

Energia consumata de-a lungul timpului, costurile intretinerii impreuna cu costul manoperei necesare pentru functionarea sistemului. sunt deseori contributi majore la costul total de utilizare

Costuri neplanificate

Cand lucurile merg rau, astfel ca avaria pompei consecinta a unei solutii problematice a statiei, costurile urca pana la cer. Opririle neasteptate pot determina presurizarea canalului, depasirea debitului, inundarea fundatiei si efluent netratat. Peste toate acestea, este necesara reparatia pompei si luarea masurilor corective referitoare la solutia statiei.



## Solutii tehnice & Competenta

Multumita cunostintelor noastre ingineresti, putem scadea pentru dvs. costul total de utilizare. Putem analiza sistemul dumneavoastra folosind programe de calcul-de-ultima ora. Putem, daca este necesar, sa testam statia dvs. de pompare folosind modele la scara. Va putem, de asemenea arata instalatii de referinta care sunt similare cu proiectul dvs. Toate acestea, impreuna cu produsele noastre de cea mai buna calitate, va asigura o solutie optima.

# Analiza fenomenelor tranzitorii: Prevenirea loviturii de berbec

Lovitura de berbec este un fenomen hidraulic tranzitoriu legat de schimbarea rapidă a presiunii într-un sistem de conducte cu consecințe devastatoare, ca ruperea vanelor și deteriorarea conductelor. Este importantă înțelegerea factorilor care contribuie la fenomenul tranzitoriu și capacitatea de a analiza și de a calcula exact efectele cum ar fi presiunile maxime și minime ce se dezvoltă în sistemul de conducte.

## Cauzele și efectele loviturii de berbec

Schimbările rapide de presiune sunt rezultatul schimbărilor rapide ale debitului, care se produc în sistemul de conducte la oprirea pompei, deși se pot produce și la pornirea pompei sau la deschiderea / închiderea vanei. Datorită compresibilității apei și elasticității conductelor, undele de presiune se vor propaga apoi în conductă până când sunt atenuate, cu o viteză, care depinde de materialul conductei și de grosimea peretelui acesteia..

Efectele loviturii de berbec pot varia, începând de la mici schimbări ale presiunii și vitezei, până la presiuni sau unde suficient de însemnate pentru a deteriora fittingurile, distruge țevile și a avea avaria pompei. Oprirea pompei poate crea condiții pentru lovitura de berbec dificil de controlat; cele mai severe condiții rezultând dintr-o cadere bruscă a alimentării care determină toate pompele să se oprească simultan.

## Calcularea creșterii maxime de presiune

Formula lui Jukowsky, dezvoltată în baza legii a doua a mecanicii, descrie schimbarea presiunii ce rezultă dintr-o schimbare rapidă a vitezei. Analizând formula, este clar că la o marime mai mare a schimbării de viteză și la o marime mai mare a vitezei sunetului, schimbarea presiunii va fi mai mare.

Formula lui Jukowsky este :

$$\Delta H = \frac{\Delta Q \cdot a}{g \cdot A}$$

$\Delta H$  = Schimbarea presiunii

$a$  = Viteza unde de presiune

$\Delta Q$  = Schimbarea debitului

$g$  = Accelerarea gravitațională

$A$  = Aria conductei

## Exemplu

Dacă viteza în conductă se schimbă brusc de la 3 m/s (~10 ft/s) la zero datorită închiderii unei vane și materialul conductei este oțelul cu o viteză de propagare a unde de 1100 m/s (3600 ft/s), accelerația gravitațională este ~9.81 m/s<sup>2</sup> (32.17 ft/s<sup>2</sup>), acestea vor rezulta într-o schimbare a presiunii de ~336 m (1100 ft).



Funcționare fiabilă economică cu randament ridicat

Prin calcularea distribuției de presiuni și a forței loviturii de berbec folosind programe de calcul specializate, este posibil de a recomanda instalarea dispozitivului optim de protecție. Prin eliminarea riscului de avarie ca urmare a loviturii de berbec în sistemele de conducte, este posibilă atingerea celei mai înalte fiabilități a stației de pompare la cel mai scăzut cost total al utilizării.

# Factori care afecteaza consecintele loviturii de berbec

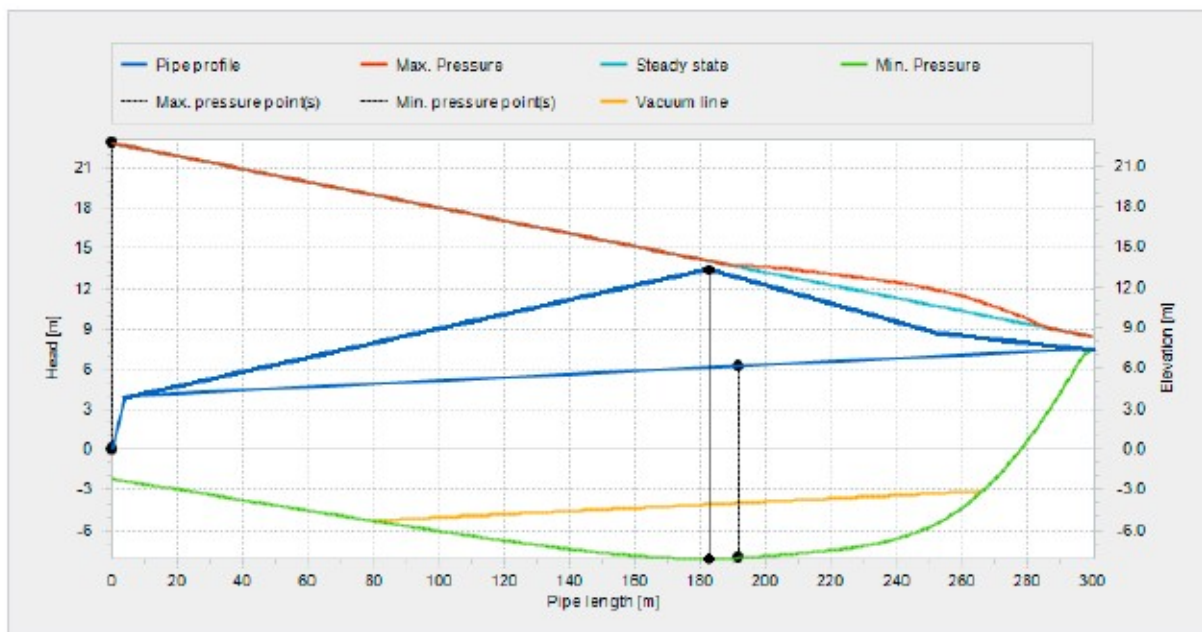
Desi este dificil de stabilit cand exista riscul existentei loviturii de berbec si sunt necesare calcule, sunt cativa factori care indica in general cand este recomandabila luarea precautiilor impotriva loviturii de berbec.

## Profilul conductei

Curba presiuni minime (curba verde in graficul de mai jos) depinde de diversi factori cum sunt viteza de propagare si momentul de inertie al pompei. Astfel curba presiuni minime va avea aceiasi forma indiferent de profilul conductei (profilul albastru inchis) atat timp cat nu are loc vaporizarea. Marimea depresiunii care are loc in conducta depinde in consecinta de profilul conductei, adica de distant dintre curba presiunii minime si profilul conductei.

## Lungimea conductei

Lungimea conductei va influenta timpul de reflectare si inertia apei din interiorul conductei. Cu cat conducta este mai lunga, cu atat mai lung este timpul de reflectare, adica, timpul necesar unde sa se reflecte la iesire si sa se intoarca la punctul de pornire. Suplimentar, cu cat conducta este mai lunga, cu atat mai mare este masa de apa care va afecta momentul de inertie al coloanei de apa. In general vorbind, ori de cate ori lungimea conductei este mai mare de 300 m (985 ft), riscul depresiunii exista si trebuie efectuate calculele pentru lovitura de berbec.



Diferite depresiuni maxime consecinta a diferitelor profiluri ale conductei.

#### Momentul de inertie

Momentul de inertie al pompei joaca un rol critic in cazul loviturii de berbec. Cu cat momentul de inertie este mai mare cu atat mai mult pompa va continua sa se roteasca dupa stop. Un moment de inertie mai mare minimizeaza scaderea presiunii inainte ca undele reflectate sa ridice presiunea din nou.

#### Materialul si dimensiunile conductei

Ecuatia lui Jukowsky arata ca marimea loviturii de berbec este direct proportionala cu viteza de propagare a undei. Viteza de propagare a undei depinde de elasticitatea peretilor conductei si de compresibilitatea lichidului

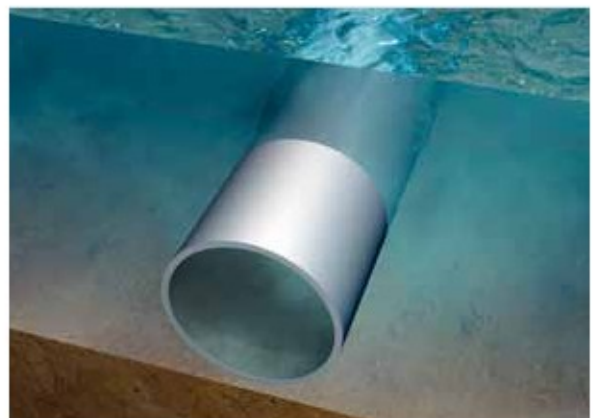
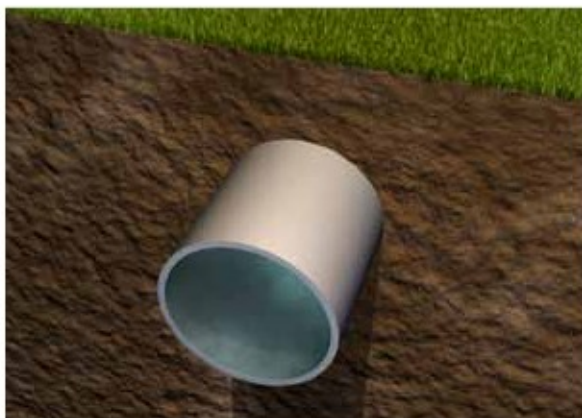


Valoarea tipica pentru viteza de propagare in cazul tevilor din PVC continand apa este de 300 m/s (985 ft/s) iar pentru tevi din otel de 1,100 m/s (3600 ft/s). Dimensiunile tevii influenteaza de asemenea viteza de propagare a undei.

#### Modul de pozare si de fixare al conductei

Modul de pozare si de fixare al conductei folosit are un impact direct asupra presiunii exterioare - exercitate pe conducte. Datorita variatiilor de presiune create de lovitura de berbec, vor exista oscilatii ale conductei in teren, si din aceasta cauza umplutura din jurul conductei va avea un efect important asupra uzurii acesteia. Pietrele culturoase, de exemplu, vor roade exteriorul conductei.

In cazul conductelor imersate, trebuie tinut cont de asemenea de adancime pentru ca peretele conductei este supus diferentei de presiune intre presiunea din interiorul tevii si presiunea exterioara de la apa inconjuratoare. Daca presiunea de la apa inconjuratoare este mai mare decat presiunea interioara a tevii exista, riscul pierderii stabilitatii sau flambajului.



Exemple de diferite tipuri de umpluturi în jurul unei conducte..

# Consecintele loviturii de berbec

Lovitura de berbec poate avea efecte devastatoare asupra sistemului de pompare. Acestea includ avarierea instantanee a conductei, slabirea sectiunii, oboseala si uzura exterioara.

## Avarierea instantanee a conductei

Conductele pot flamba urmare a depresiunii sau pot plesni datorita suprapresiunii, dar in general sunt mai sensibile la depresiune decat la suprapresiune. De asemenea poate avea loc intreruperea coloanei de lichid in zonele in care presiunea din sistem scade la valoarea presiunii de vaporizare a lichidului pompat, determinand conditii de vacuum.

Cavitatia are loc in mod obisnuit in punctele inalte ale conductei dar poate avea de asemenea loc in zonele sale orizontale. Implozia pungilor de vapori poate cauza suprapresiuni tranzitorii importante daca coloana de apa se restabileste prea rapid. La randul sau, acest fapt poate cauza ruperea conductei. Pungile cu vapori pot avea ca efect deformarea conductei si deteriorarea captuselii acesteia.

Capacitatea conductei de a rezista la depresiune depinde de proprietatile materialului tevii, grosimea peretelui, modul de pozare al conductei, tipul de umplutura folosita ca si modul de compactare a acesteia. Drept umplutura trebuie folosit numai pamant moale, curat, fara pietre, bulgari, sau radacini vegetale pentru a preveni deformarea conductei si abaterea formei sale de la forma circulara. Conductele cu sectiunea ovala nu suporta variatiile de presiune la fel de bine precum cele cu forma rotunda.

In cazul pompelor cotrolate pornit/oprit, depresiunea maxima admisa de conducta trebuie obtinuta de la furnizorul acesteia.

Daca nu sunt disponibile alte informatii, pentru tevile de plastic, protectia sistemului poate fi suficient de sigura daca se limiteaza depresiunea la -4 pana la -6 mca (-13 to -20 ft of water)

La determinarea riscului de flambaj in cazul conductelor imersate, este critic sa se ia in considerare presiunea apei inconjuratoare din cauza ca peretele tevii va fi expus la diferenta de presiune.



O clapeta de retinere sparta.

### Slabirea sectiunii conductei

Avaria conductei poate avea loc dupa o perioada de timp din cauza unei slabiri a sectiunii conductei. Cauza poate fi coroziunea, eroziunea datorita curgerii sau cavitatiei. Indiferent de cauza, slabirea sectiunii conductei este riscanta in cazul loviturii de berbec, care poate avea ca efect deformarea spre exterior, deformarea spre interior, craparea sau ruperea.

#### Oboseala si uzura exterioara

Oboseala conductei si uzura exterioara sunt des intalnite. Miscarea axiala a conductei datorita loviturii de berbec cauzeaza uzura conductei, in special intr-un sistem de pompare cu porniri si opriri frecvente and. Majoritatea materialelor sunt mai sensibile la oboseala urmare a depresiunii decat a suprapresiunii, iar oboseala conductei este mai pronuntata cand se utilizeaza tevi de plastic. Dimensionarea la depresiune depinde in principal materialul tevii si grosimea peretelui si prin urmare aceasta trebuie sa fie obtinuta de la fabricantul tevii.

### Trosnetul clapetelor

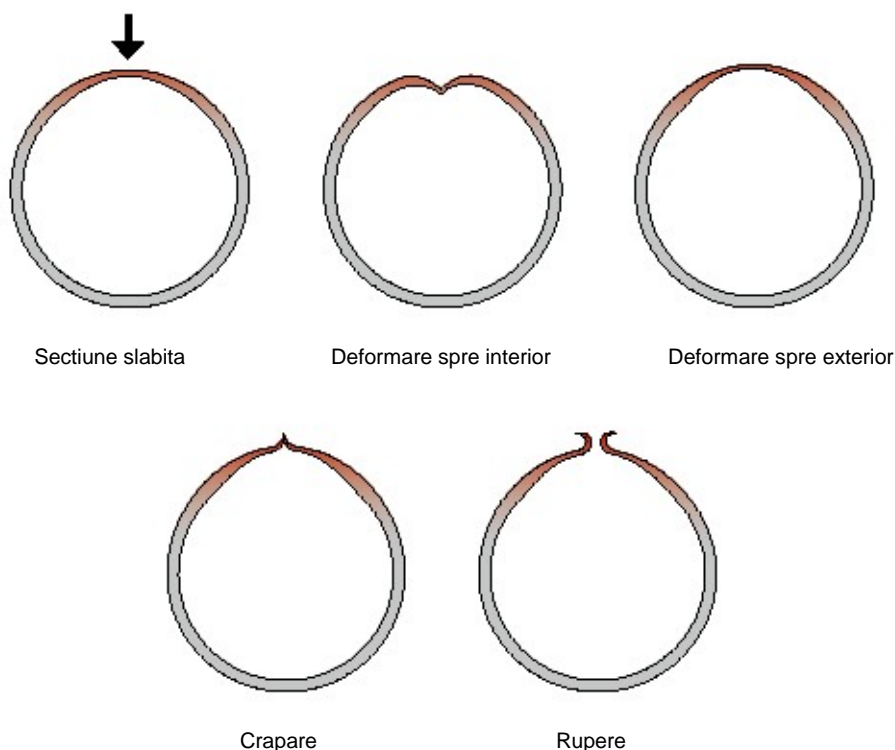
Deseori se considera eronat ca trosnetul clapetei este cauzat de lovitura de berbec, dar, in general, acesta nu este real. Trosnetul clapetelor, tipic, se produce la oprirea pompei in cazul coloanei de apa cu inaltime foarte mare. Cand pompa este oprita, apa incetineste si isi inverseaza directia.

O franare rapida a coloanei de apa are loc frecvent in sisteme care nu au probleme cu lovitura de berbec.

Tipic, trosnetul clapetelor se intalneste intr-un sistem cu o lungime mica a conductei si o inaltime statica relativ mare, in timp ce lovitura de berbec apare tipic in sisteme cu lungime mare a conductei si inaltime statica mica.

O inaltime mare si o lungime mica a conductei vor cauza o franare importanta a coloanei de apa. Calculele pentru a evalua posibilitatea trosnirii clapetei pot fi facute manual; in orice caz, pentru a fi mai precise, se recomanda folosirea programelor de calcul a loviturii de berbec.

Diferite efecte ale unei sectiuni slabite.



# Alegerea protectiei corespunzatoare

La alegerea metode de protectie pentru un system de conducte este important sa se ia in considerare diversi factors, astfel ca numarul pompelor in functiune, conditiile la, oprirea normala sau determinate de intreruperea alimentarii, ca si as riscul de flambaj, oboseala si infundare. Este critic ca metoda de protectie folosita sa se bazeze pe o intelegere amanuntita a efectelor pe care metoda le va avea asupra sistemului si ca metoda de protectie se dimensioneaza corespunzator fiecarui caz-in-parte. Echipmentele de protectie pot fi impartite in doua grupe: protectie activa si protectie pasiva.

## Protectie activa

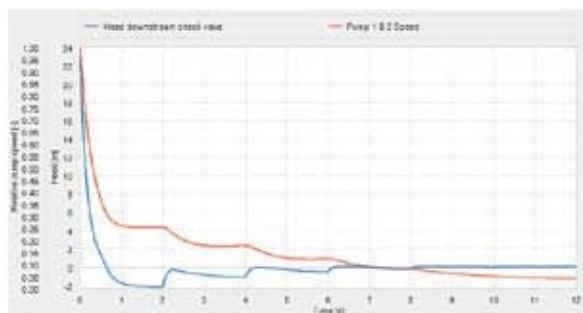
Dispozitivele folosite pentru protectia activa a statiei de pompare fata de efectele loviturii de berbec depend de alimentarea cu energie. Ca urmare, aceste metode protejeaza conducta numai in cazul opririi normale. Exemplele de protectie activa includ variatoarele de frecventa, soft starterele si vanele cu inchidere lenta.

### Variatoarele de frecventa

Un variator de frecventa (VFD) este un dispozitiv electric care poate schimba frecventa currentului ce alimenteaza pompa si astfel modifica turatia rotorului. Utilizate in general la reglarea debitului pentru a economisi energii au a stisface cerinte de proces, the utilizarea VFD la sistemele de pompare ofera avantajul suplimentar al reducerii efectelor loviturii de berbec prin oprirea treptata a pompelor.

Avantaje: Repede si usor de dimensionat, VFD sunt usor de exploatat si nu necesita supraveghere.

Dezavantaje: In cazul opririi alimentarii, VFD nu mai lucreaza. Suplimentar, sunt destul de scumpe in special pentru statii de pompare mici.



Oprirea brusca: Descresterea rapida a presiunii are ca effect depresiune in lungul conductei.

### Soft startere

Un soft starter este folosit in general la reducerea curentului de pornire a pompei. Soft starterele mai evolute pot fi si la reducerea treptata a debitului la oprirea pompei

Avantaje: Un soft starter este o alternativa economica la un VFD.

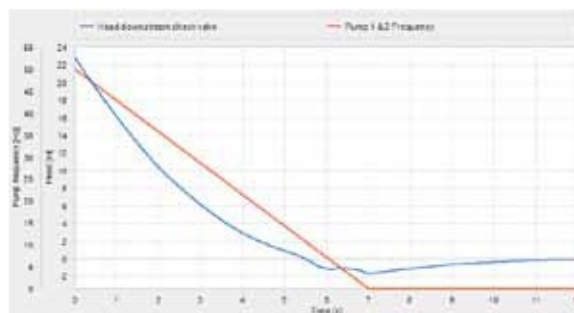
Dezavantaje: Soft starterele nu functioneaza in eventualitatea intreruperii alimentarii si timpul de oprire treptata este mai limitat decat in cazul unui VFD.

### Vane cu inchidere lenta

Pentru a preveni aparitia presiunilor joase, vanele cu inchidere lenta descresc gradat flow debitul inainte ca alimentarea pompei sa fie intrerupta. Poate fi un procedeu consummator de timp, in special pentru sistemele de conducte lungi, in care cazuri se recomanda utilizare vanelor cu motoare multi-trepte. Aceasta permite ca viteza cu care este inchisa vana sa fie ceva mai mare in cursul a primelor 70 to 80% din inchidere iar apoi o viteza extrem de mica pentru ultimele 20 to 30% din inchidere.

Avantaje: Acestea pot fi o alternativa economica la celelalte metode protectie.

Dezavantaje: Vanele cu inchidere lenta nu sunt potrivite la protectia conductei in eventualitatea intreruperii alimentarii cu energie.



Oprirea treptata nu coduce la debpresiune periculoasa in lungul conductei

## Protectia pasiva

Echipmentul de protectie pasiva functioneaza fara a fi nevoie de alimentare proprie cu energie si de aceea pot fi utilizate la protectia sistemului de conducte in cazul intreruperii alimentarii. Camere de aer, castele de echilibru si supape de intrare/iesire a aerului sunt metode folosite la realizarea protectiei pasive.

### Camere de aer

#### Camera de aer standard

O camera de aer este un rezervor, conectat la conducta, care este umplut cu lichid si aer comprimat. Cand presiunea scade dupa oprirea pompei, lichidul din camera de aer este descarcat in sistemul de conducte, asigurand o reducere lenta a debitului si prevenind astfel presiunile joase.



Instalarea unei camere de aer mari pentru protectia sistemului de conducte.

**Avantaje:** Aceasta este o metoda fiabila, aproape fara intretinere care functioneaza si in cazul unei pene de curent.

**Dezavantaje:** Cand camera de aer este prea aproape de pompe si clapetele de retinere, se poate produce trosnetul clapetelor. Suplimentar, in cazul unei camere de aer mari, aceasta poate fi scumpa. De asemenea periodic este necesara reincarcarea cu aer.

#### Camera de aer cu basica

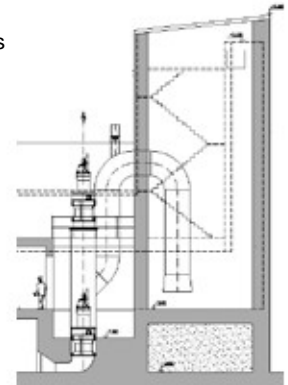
Camera de aer cu basica functioneaza ca o camera de aer dar contine o basica cu aer comprimat in interior. Basica este etansa, eliminandu-se astfel amestecarea aerului continut cu lichidul. Pentru usurinta instalarii, presiunea in basica poate fi prestabilita din fabrica.

**Avantaje:** Metoda nu necesita intrtinere si asigura protectia in eventualitatea unei pene de curent.

**Dezavantaje:** In cazul unei camere de aer mari, aceasta poate fi scumpa.

### Castelul de echilibru

Acest turn sau recipient deschis continand apa conectat la conducta principala este folosit pentru a reduce depresiunea care apare in sistemele de conducte. In esenta functioneaza ca o camera de aer cu deosebirea ca turnul este deschis la presiunea atmosferica si energia potentiala este inmagazinata in inaltimea coloanei de apa in loc de aerul comprimat. La oprirea pompei, presiunea in conducte descreste si castelul de echilibru descarca apa in conducta principala pentru a compensa scaderea presiunii.



Surge tower in a propeller pump system protecting 2,000 m (6,562 ft), of pipes.

**Avantaje:** Metoda nu necesita intrtinere si asigura protectia in eventualitatea unei pene de curent.

**Dezavantaje:** Inaltimea turnului trebuie sa fie mai mare decat inaltimea dinamica totala cand toate pompele functioneaza, ceea ce poate fi scump.

Supape de intrare a aerului sau supape de iesire a aerului  
Supapele de intrare a aerului sau supapele de iesire a aerului sunt montate in lungul conductei in locurile in care se produce depresiune. Supapele permit aerului sa intre in conducta cand presiunea scade sub o valoare prestabilita. Pentru a preveni formarea pungilor de aer in punctele cu cele mai mari elevatii ale sistem de conducte, acest aer trebuie sa fie evacuat printr-o supapa de descarcare a aerului. Daca aerul este descarcat prea repede, coloana de lichid ce impinge aerul afara din sistem poate dobandi viteza. O data aerul descarcat coloana de lichid se opreste brusc, si se pot produce presiuni ridicate.

**Avantaje:** Costul instalarii poate, in unele cazuri, sa fie mai economic.

**Dezavantaje:** Miroasuri neplacute, infundare si o posibila intrerupere a coloanelor de apa. Este important sa se purjeze complet tot aerul din sistem deoarece orice cantitate de aer prinsa in sistem consuma o cantitate considerabila de energie.

# Determinare efectelor loviturii de berbec

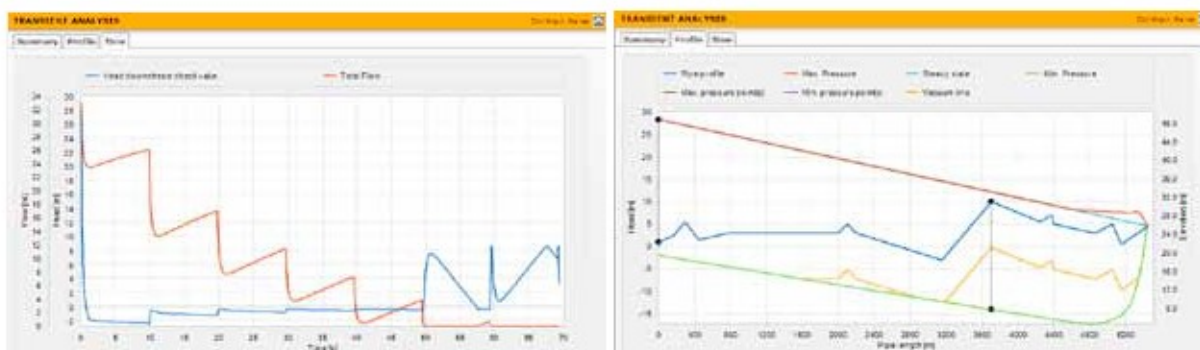
## Analiza teoretica

Pentru a analiza si, la nevoie, identifica metoda corecta de protectie, este necesar sa se efectueze o analiza teoretica a sistemului de pompare, care de regula se face prin analiza computerizata. Exista diferite programe de calcul pentru fenomenele hidraulice tranzitorii si lovitura de berbec. Cu toate acestea, pentru a realiza calcule precise si fiabile, am dezvoltat propriul nostru program ce contine date unice referitoare la pompele Flygt. Acest program "Flygt Engineering tool" se bazeaza pe ani de experienta, pe cooperarea cu universitati si furnizori internationali si pe o extinsa activitate de cercetare si dezvoltare.

El cuprinde un modul pentru analiza tranzitorie in sistemele de pompare in diferite conditii de functionare, incluzand oprirea pompei, pornirea pompei si oprirea treptata cu variatia

frecventei. "Flygt Engineering tool" poate fi folosit si la evaluarea necesitatii utilizarii metodelor de protectie si, ulterior, modelarea sistemelor cu dispozitive de protectie, cum sunt variatarea de frecventa, camerele de aer si/sau castele de echilibru. Sunt facute recomandari pentru diferite metode de protectie, incluzand informatii detaliate ca dimensiunile pentru o camera de aer sau castel de echilibru.

Principalele rezultate sunt prezentate in doua grafice. Un grafic prezinta profilul conductei aratand presiunile maxime si minime in lungul conductei. Celalalt prezinta inaltimea, debitul si turatia relativa a pompei, sau volumul camerei de aer, ca functii de timp.



Grafice generate de "Flygt Engineering Tool".

## Metode de calcul

La calculul fenomenelor tranzitorii, "Flygt Engineering tool" foloseste aceleasi metode moderne-utilizate in majoritatea programelor comerciale. Programul nostru foloseste relatii ce sunt derivate din doua ecuatii de baza: ecuatia de miscare si ecuatia de continuitate. Pentru calculul automat, aceste ecuatii trebuie sa fie transformate intr-un set de ecuatii cu diferente finite. La fixarea conditiilor la limita, "Flygt Engineering tool" foloseste metoda caracteristicilor, conditii pe care le aplica acestor ecuatii cu diferente finite.

Conditii la limita stanga: Statia de pompare

Limita din stanga este statia de pompare, care consta intr-un numar variabil de pompe. Pe langa pompe "Flygt Engineering tool" dispune de diferite tipuri de dispozitive de protectie, care cand sunt selectate vor deveni componente ale conditiei limita stanga. Noile valori ale inaltimei si debitului sunt calculate conform cu legile fizicii pentru statia de pompare specificata folosind metoda de iteratie Newton-Raphson.

Conditii la limita dreapta: iesirea

Programul de calcul Flygt da posibilitatea alegerii conditiei la limita fie ca iesire imersata, fie ca iesire libera.

Daca se selecteaza iesirea imersata conditia limita din dreapta va fi nivelul apei peste iesirea imersata ca presiune

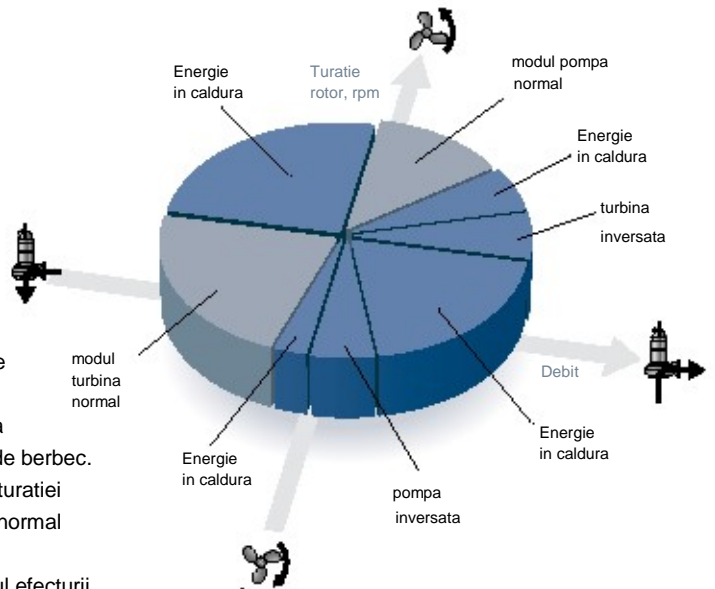
Daca se selecteaza iesirea libera, conditia limita va fi presiunea atmosferica.

Functionarea pompei

La oprirea pompei montata intr-un sistem lung de conducte pompa va trece prin diferite moduri de functionare.

Cunoasterea completa a functionarii pompei este esentiala pentru a efectua cu exactitate calculele legate de lovitura de berbec. Ilustratia prezinta diferitele moduri create prin schimbarea turatiei rotorului si a debitului cand pompa functioneaza in sensul normal de rotatie si in sensul invers de rotatie.

Masurarea precisa a acestor date este importanta in scopul efectuarii unor calcule exacte.



## Determinari experimentale

Flygt realizeaza teste hidraulice fizice extensive in laboratoarele sale, care contribuie la o intelegere detaliata a mecanicii fluidelor si la cunoasterea sistemelor tehnice. In timp ce alte programe de calcul a fenomenelor tranzitorii folosesc date generale, Flygt foloseste date masurate exact pe modele specifice de pompe pentru programul sau de calcul al efectelor loviturii de berbec. Incercarea pompelor Flygt este amanuntita si efectuata in toate modurile de functionare, avand astfel posibilitatea de a reprezenta toate pompele in diferite moduri de functionare in cele patru cadrane ale caracteristicii. In acest mod se obtin date masurate precis care sunt folosite in programele de calcul Flygt.



Unul din circuitele de incercare folosite la masurarea datelor in cele-patru cadrane.

# Rasbandite in lumea intreaga



Flygt a realizat analiza loviturii de berbec la mii de instalatii din intreaga lume si a recomandat si dimensionat metode de protectie. Competenta inginereasca si anii de experienta au condus la succesul acestor instalatii. Doua astfel de cazuri sunt descrise mai jos.



Suedia: Statie de pompare

## Cerinte

Una din statiile de pompare principale din Stockholm, care vehicula volume mari de apa uzata, a necesitat modernizarea. Realizata in 1930, instalatia cu pompe dublu flux, cuprinde pe langa, equipment si o conducta sub presiune de 1200 mm (47") la instalatia de tratare, care a suferit avarii si opriri neplanificate, cauzand deversari in Marea Baltica.

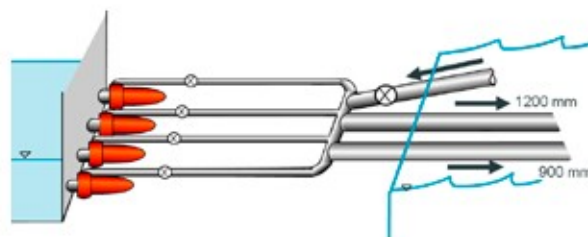
## Solutia

Pentru a salva bine meritata reputatie a capitalei suedeze pentru apa sa curata, orasul Stockholm ne-a ales sa modernizam statia de pompare originala intr-o statie de pompare Flygt.

Au fost instalate patru pompe noi in locul celor trei existente si debitul maxim al statii a crescut cu 59 procente, de la 2.2 m<sup>3</sup>/s la 3.5 m<sup>3</sup>/s (35,000 to 55,000 Us gpm). conducta de 1,200 mm (47") a fost renovata si a fost instalata o a doua conducta paralela de 900 mm (35"). Din cauza volumului de stocare redus, pompele au necesitat turatie variabila. In timpul perioadelor, ploioase cand debitul este mare, trei sau patru pompe transporta apa uzata prin ambele conducte. In timpul perioadelor secetoase, debitul zilnic variaza intre 0.7 si 1 m<sup>3</sup>/s (11,000 si 17,000 Us gpm) si este folosita conducta de 1,200 mm (47"); noaptea, debitul este intre 0 and 0.7 m<sup>3</sup>/s (11,000 Us gpm) si este folosita conducta de 900 mm (35").

Pentru a preveni efectele daunatoare ale fenomenelor tranzitorii in cazul opririi pompei a fost instalata o conducta de alimentare din lacul Mälaren, din vestul orasului. Conducta de alimentare este echipata cu clapete de retinere, daca in conducta de dupa pompe este depresiune apa din lac va fi introdusa in sistem.

Camera de aer, castelul de echilibru si vane de admitere a aerului sunt folosite in mod normal pentru a preveni lovitura de berbec la oprirea pompei- comadata sau provocata de caderea alimentarii. In conductele ce intra in statia de pompare Flygt, imediat dupa pompe, sunt instalate clapete de retinere in legatura cu lacul la o pozitie deasupra nivelului maxim din lac. In cazul unei presiuni scazute dupa pompe clapetele se vor deschide si lacul va lucre ca un castel de echilibru cu volum infinit.



Amplasamentul conductelor de alimentare pentru prevenirea loviturii de berbec



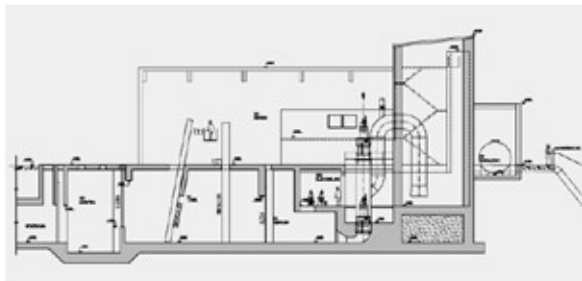
Suedia: Apa de racire pentru o termocentrala pe gaze

#### Cerinte

O termocentrala pe gaze in sudul Suediei a avut nevoie ca apa de racire necesara sa fie pompata printr-o conducta lunga, sensibila la lovitura de berbec, la schimbatoarele de caldura care sunt sensibile la schimbari bruste ale presiunii.

#### Solutie

Datorita inaltimii mici a sistemului, au fost folosite pompe axiale Flygt pentru a furniza aproximativ  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (95,000 Us gpm). Pompele axiale transporta apa de mare, care este utilizata ca apa de racire, intr-un castel de echilibru in scopul de a presuriza conducta. Castelul de echilibru garanteaza ca nu vor avea loc schimbari bruste de presiune in sistemul de conducte, impiedicand astfel lovitura de berbec.



Vedere laterala a constructiei statiei de pompare.

# Solutii tehnice & Competenta



Pentru a asigura o functionare fiabila si eficienta, va oferim sprijin cuprinzator si service pentru proiectarea statiei de pompare, analiza de sistem, instalare, punere in functiune, exploatare si intretinere.

## Unelte de proiectare

Pentru proiectarea statiilor de pompare, va putem oferi unelte evaluate de proiectare pentru a genera forma bazinului. Recomandarile noastre de proiectare va dau informatii esentiale privind dimensiunile si aranjamentul. Pe scurt, va asistam pas cu pas astfel ca va obtine cu siguranta performante optime si o exploatare eficienta din punct de vedere economic.

## Analize teoretice

Mecanica fluidelor computerizata (CFD) poate livra informatii mult mai detaliate despre curgere, intr-o fractiune din timpul necesar pentru a obtine aceleasi informatii prin incercari hidraulice pe model la scara. Prin utilizarea CFD in combinatie cu proiectarea asistata de computer- (CAD) este posibil de a obtine o metoda mult mai eficienta de simulare numerica pentru solutia statiei de pompare.

Pentru a obtine un sistem de pompare fiabil, eficient energetic, este important sa se analizeze toate modurile de functionare, fenomenele tranzitorii la pornirea sau oprirea pompei legate atat de debit cat si de inaltimea de pompare sa si de parametrii parameters such as current and torque, it is also important de a avea o descriere matematica exacta a pompei si a motorului, care este obtinuta, in parte, din incercarile extensive in laboratoarele noastre.

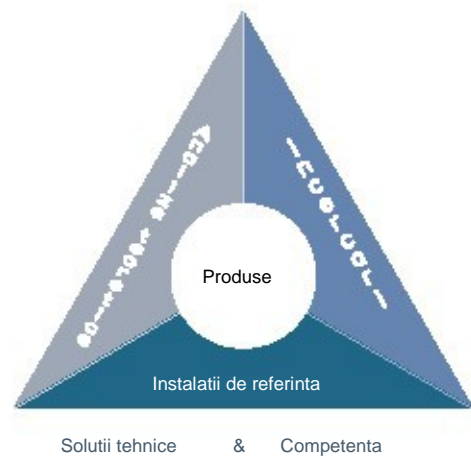


## Incerari

Incararile hidraulice pe modele la scara pot reprezenta - solutii fiabile, eficiente economic la probleme hidraulice - complexe. Aceasta este in particular cazul statiilor de pompare la care geometria este departe de recomandarile standard sau cand nu exista experienta anterioara aplicabila. Incercarea pe model la scara poate sa duca la identificarea solutiilor pentru instalatii existente si s-a dovedit a fi o modalitate de a determina viabilitatea unor solutii posibile mai ieftina decat prin incercarea la scara reala.

Cand recomandarile noastre standard de proiectare nu sunt indeplinite, putem acorda asistenta in determinarea nevoii de - incercare fizica ca si in planificarea si aranjarea incercarii si evaluarea rezultatelor.

Am realizat analize de sistem si am proiectat statii de pompare pentru mii de instalatii in intreaga lume. Competenta inginereasca si anii de experienta obtinuta din proiectarea si exploatarea acestor instalatii au fost un factor critic de succes la analizarea, incercarea si punerea in functiune a unor instalatii noi de pompare.



ITT este un furnizor global de solutii pentru vehicularea si tratarea apei pentru utilizatori municipali si industriali in mai mult de 140 tari. Compania proiecteaza si livreaza solutii eficiente energetic si servicii conexe pentru apa si apa uzata, transport, tratament biologic, filtrare si dezinfectie prin cinci marci globale Flygt, Godwin Pumps, Leopold, Sanitaire si Wedeco.

Compania detine cea mai extensa retea de vanzari si service din industrie, operand atat local cat si global pentru a satisface nevoile beneficiarilor. Prin combinarea produselor sale de nivel mondial cu competenta sa inginereasca, ITT poate oferi solutii integrate si multidisciplinare incluzand proiectarea intregului proces, alegerea si livrarea echipamentului, instalarea, punerea in functiune si formarea operatorilor.

Pentru a afla mai multe va rugam sa vizitati site-ul Companiei: <http://www.ittwww.com/>.



Pentru informații suplimentare și cereri de oferte vă rugăm să nu ezitați să contactați Danex Consult: :

tel.: +40-21-252.73.24  
fax : +40-21-252.53.50  
Mobil: +40-723.156.008  
e-mail: [office@danex.ro](mailto:office@danex.ro)  
site: [www.danex.ro](http://www.danex.ro)