



Solutii tehnice & Competenta
Modelare Hidraulica
Mecanica fluidelor computerizata

Solutia tehnica completa creste eficienta operationala

Introducere

Intelegerea curgerii fluidului in interiorul unei structuri hidraulice este un factor critic in proiectarea statiilor de pompare. Dar intuitia si experienta nu sunt totdeauna suficiente pentru obtinerea solutiilor optimizate sau pentru a explica - beneficiarilor avantajele solutiei propuse. Mecanica fluidelor computerizata, sau CFD, este un mijloc excelent de modelare care poate fi folosit in procesul de proiectare pentru a simula diverse solutii alternative, a identifica problemele de curgere, a dezvolta solutii si a evalua strategiile de exploatare. In acest mod, CFD este o alternativa economica la modelarea fizica.

In aceasta brosură, prezentăm utilizarea CFD la rezolvarea problemelor ingineresti legate de proiectarea statiei de pompare pentru cerinte specifice ale beneficiarilor. Folosim CFD la dezvoltarea proiectelor standard pentru diferite tipuri de statii de pompare sau aplicatii de proces, si nu in ultimul rand, folosim CFD la conceptia pompelor si a mixerelor.

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

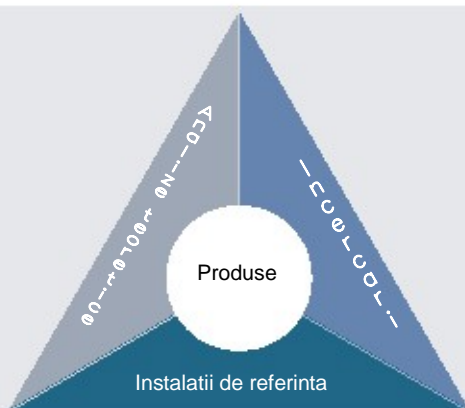
Costuri asociate cu proiectarea, excavarea, constructiile civile, cumpararea, instalarea si punerea in functiune a echipamentului.

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

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.

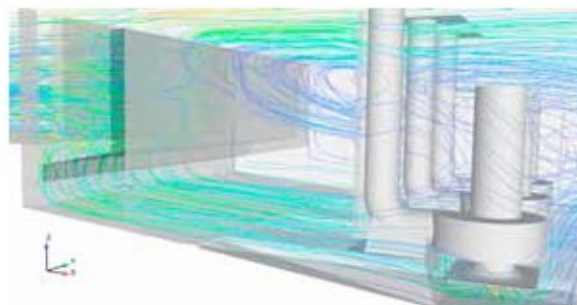
Ce este CFD?

CFD este o tehnica de proiectare si analiza complexa cu ajutorul calculatorului. Folosind CFD, putem construi un model de calcul ce reprezinta un sistem sau dispozitivul de studiat. Se aplica ecuatiile generale ale curgerii fluidelor pentru a obtine marimile curgerii si fenomenelor fizice - asociate. In general, CFD ne da posibilitatea simularii curgerii turbulente, a transferului de caldura si masa, a curgerilor multifazice, a reactiilor chimice, a interactiunii fluid-structura si a fenomenelor acustice.

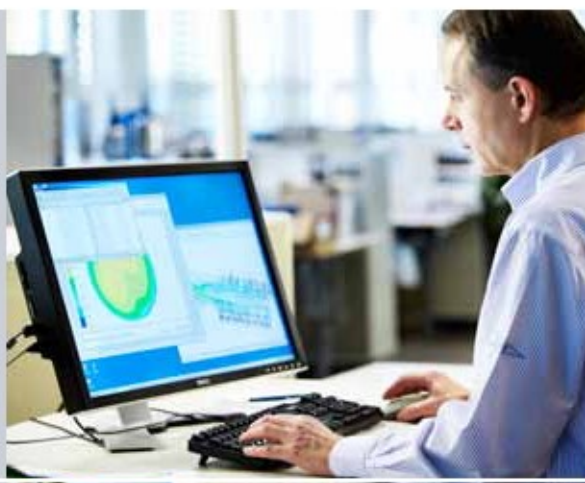
Primele coduri CFD au fost dezvoltate pentru industria aerospaciala in anii 1960. De atunci, utilizarea CFD s-a raspandit la toate industriile legate de mecanica fluidelor direct sau indirect. Astazi, utilizatorii industriali importanti ai CFD includ industriile de automobile, energie, turbomasini, chimie, mediu si multe altele.

Aproape toate codurile CFD se bazeaza pe ecuatiile Navier-Stokes, obtinute din aplicarea legii a doua a lui Newton la curgerea fluidelor. Aceste ecuatii guverneaza in general orice tip de miscare a fluidului, dar pot fi rezolvate analitic pentru curgerea laminara, sau curgere turbulenta in cateva cazuri cu geometrii simple. Deoarece majoritatea problemelor tehnice implica curgere turbulenta si geometrii destul de complexe, ecuatiile curgerii trebuie sa fie rezolvate numeric.

Solutia numerica exacta a ecuatiilor Navier-Stokes pentru curgerea turbulenta este extrem de pretentioasa din cauza domeniului larg al scarilor timpului si dimensiunilor implicate in curgerea turbulenta. De fapt, pentru o solutie exacta, dimensiunea retelei de calcul trebuie sa fie mai mica decat dimensiunea caracteristica a celor mai mici



vartejuri turbulente, fapt impractic in majoritatea cazurilor. Din acest motiv, codurile CFD folosesc la modelarea curgerii turbulente ecuatiile mediate in timp, astfel ca ecuatiile Navier-Stokes mediate Reynolds (RANS). In aceasta abordare, turbulenta este modelata pentru dimensiunea subretelei. Sunt disponibile diferite modele de turbulenta in functie de caracteristicile curgerii.



Obtinerea celui mai scazut cost total de utilizare

La proiectarea unei statii de pompare, scopul nostru este sa ajutam beneficiarii sa obtina cel mai scazut cost total de utilizare. Totdeauna incercam sa facem statia de pompare cat mai mica este posibil pentru a reduce costul investitiei. Analizam conditiile de functionare si sugeram cele mai bune strategii de exploatare pentru a minimiza costurile cu energia. De asemenea abordam posibilele probleme cu sedimentele sau reziduurile plutitoare pentru a elimina, sau reduce costurile legate de curatire si intretinere. Analiza CFD este deseori un factor critic in atingerea acestor obiective, asa cum se arata in cuprinsul acestei brosurii.

Procesul analizei CFD

Analiza CFD este o sarcina destul de complexa si implica tipic trei etape: preprocesarea, solutionarea and postprocesarea.

Preprocesarea reprezinta constructia modelului de calcula a curgerii:

- Formularea problemei de curgere pentru analiza CFD
- Modelarea geometriei: Construirea sau importarea geometriei CAD si adaptarea ei pentru CFD
- Generarea rețelei de calcul: Subimpartirea volumului fluid intr-o retea care, tipic consta din milioane de noduri discrete
- Definirea proprietatilor de material pentru fluid, a conditiilor initiale si a conditiilor la limita pentru model

Solutionarea ecuatiilor de curgere poate fi etapa cu durata cea mai mare din cauza ca ecuatiile de curgere sunt solutionate iterativ in toate nodurile. Pentru a grabi solutionarea, calculele sunt facute in paralel cu calculatorul multiprocessor:

- Selectarea ecuatiilor de curgere potrivite si a schemelor numerice
- Rezolvarea ecuatiilor de curgere pana la atingerea criteriilor predeterminate de convergenta, tipic mii de iterations
- Asamblarea si exportarea rezultatelor pentru postprocesare

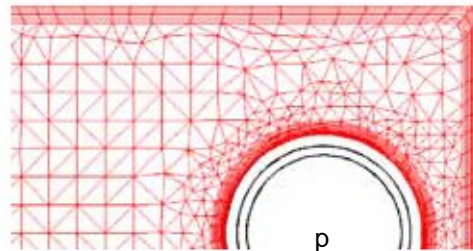
Postprocesarea este etapa final in analiza CFD. Ea implica organizarea, interpretarea si prezentarea rezultatelor. Cuprinde urmatoorii pasi:

- Producerea imaginilor si a animatiilor CFD aratand domeniul curgerii si alte variabile relevante
- Calcularea parametrilor integrali
- Analiza si interpretarea rezultatelor
- Intocmirea rapoartelor

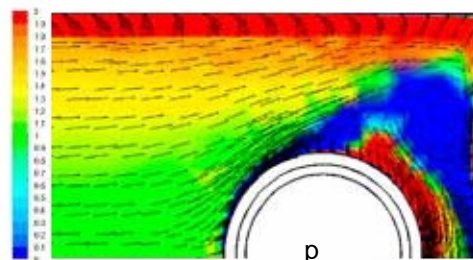
Nu este neobisnuit ca imaginea obtinuta din prima analiza CFD sa conduca la una succesiva, urmarind imbunatatirea modelului. Depinzind de natura modificarilor, intregul proces, sau cea mai mare parte a etapelor sale, vor trebui repetate de fiecare data.



Definirea limitelor fizice.



Generarea rețelei.



Visualizarea curgerii si a vorteurilor.

Interpretarea rezultatelor CFD

Pentru un novice, CFD este sinonim cu grafice colorate. Frecvent, rezultatele simulării sunt prezentate prin multe diagrame colorate, dar ele nu trebuie luate ca arta abstractă; toate liniile și culorile au semnificație specifică. În domeniul nostru cele mai frecvent folosite diagrame sunt cele care arată viteza și presiunea. Într-un domeniu tridimensional, curgerea este caracterizată de un câmp vectorial tridimensional. Deoarece nu există un mod simplu de reprezentare a unui astfel de câmp vectorial, se folosesc mai multe tipuri de diagrame.

Un tip folosește liniile de curent, care sunt curbe tangente la vectorii viteze. Ele pot fi colorate corespunzător măririi vitezei astfel încât să redau efectiv atât direcția cât și mărimea vitezei în spațiul tridimensional.

Alt mod de ilustrare a câmpului vitezelor este prin folosirea secțiunilor transversale prin domeniul curgerii pe care sunt figurate contururile ale măririi vitezei sau vectorii viteze. În mod obișnuit sunt necesare câteva astfel de secțiuni pentru a arăta caracteristicile tridimensionale ale curgerii.

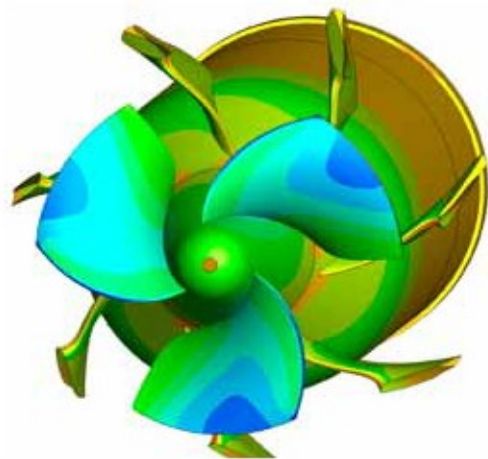
Pe lângă rezultatele grafice, pot fi calculați și parametrii integrali cum sunt debitele sau forțele de presiune.

CFD la Flygt

Am început folosirea CFD în industria pompelor în anii 1980. Toți inginerii noștri CFD au o pregătire solidă în mecanica fluidelor și o vastă experiență în hidraulică lumii reale. Acest tip de competență este esențial în efectuarea unor simulări precise și fiabile. Ea sprijină întreg procesul de modelare, de la alegerea limitelor modelului, discretizarea sa, folosirea corectă a tehnicilor numerice, până la corectă interpretare a rezultatelor. Competența ajută, de asemenea, la găsirea soluțiilor efective la problemele întâlnite.

Inițial am folosit CFD pentru dezvoltarea turbomasinilor: rotoare de pompă, carcase spirale, mixere și alte părți hidraulice. Căci putem modela pompe complete cu rotoare învârtindu-se, sau sisteme mai complexe ca stații de pompare, tancuri de amestecare sau aerare. Sustinem utilizarea CFD la proiectarea stațiilor de pompare conforme proiectelor clienților pentru orice configurație non-standard, sau orice stație de pompare mare, dacă riscurile implicate depășesc costurile modelării CFD.

La Flygt, folosim trei coduri CFD performante diferite: ANSYS Fluent, ANSYS CFX, și CFD++. Folosim și alte programe de ultimă oră pentru discretizare și post-procesare. Pentru a asigura un timp scurt de răspuns, cele mai multe calcule sunt făcute pe propriul nostru calculator.



Modelul CFD al unei pompe axiale cu rotorul învârtindu-se (carcasa pompei îndepărtată pentru claritate); culorile indică presiunea pe palete și alte suprafețe interne.

Fenomene hidraulice adverse

Pentru a obtine performanle asteptate ale pompei si intervale lungi intre interventii, este important ca bazinul colector al pompei sa previna conditiile adverse de curgere.

Prerotatie excesiva

Prerotatia schimba conditiile de curgere la intrarea in pompa care conduc la o schimbare a vitezei relative in rotor, rezultand, astfel modificarea caracteristicii pompei care poate conduce la supraincarea motorului sau reducerea performantelor pompei. Prerotatia excesiva poate determina uzura lagarelor si cavitatie in zona rotorului. Prerotatia, in mod obisnuit, este cauzata de o distributie

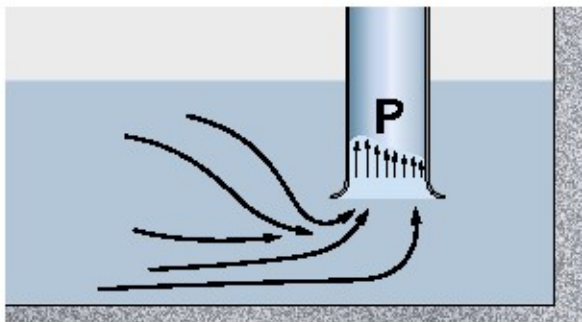


O distributie neuniforma a debitului de intrare conduce la prerotatie.

asimetrica a vitezelor in canalul de aductiune, care provoaca prerotatia la intrarea in pompa. Hydraulic Institute recomanda un unghi de prerotatie mai mic de 5° , calculat din raportul intre viteza tangential si viteza axiala.

Distributie neuniforma a vitezelor la intrarea in pompa

Distributia neuniforma a vitezelor poate fi cauzata de diferite tipuri de fenomene si perturbatii. Daca o oarecare neuniformitate in distributia vitezelor este inevitabila si nu afecteaza pompa, variatii mai mari decat 10% la intrarea in pompa pot avea consecințe severe si trebuie evitate. O variatie mare are ca efect o incarcare neuniforma a rotorului si a lagarelor. Debitul instabil determina ca



Distributie neuniforma a vitezelor la intrarea in pompa.

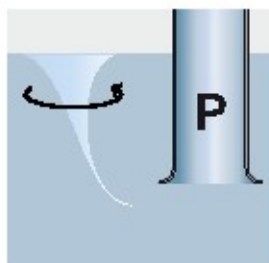
incarcarea rotorului sa fluctueze, fapt care conduce la zgomot, vibratii, incarcarea lagarelor si risc crescut de avarie prin oboseala.

Vartejuri

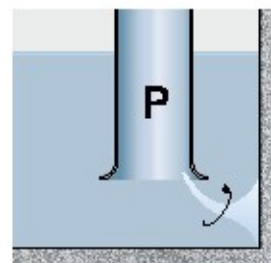
Spre deosebire de prerotatia excesiva, vartejurile apar local, cu intensitate mai mare si sunt un impediment major la buna functionare a pompei, provocand cavitatie, incarcare neuniforma, zgomot si vibratii. Exista mai multe tipuri diferite de vartejuri.

Cel mai cunoscut tip este vartejul liber de suprafata, care poate avea grade variate de intensitate – de la vartejuri de suprafata incipiente la vartejuri complet dezvoltate, cu un miez de aer continuu, care se extinde de la suprafata pana in pompa.

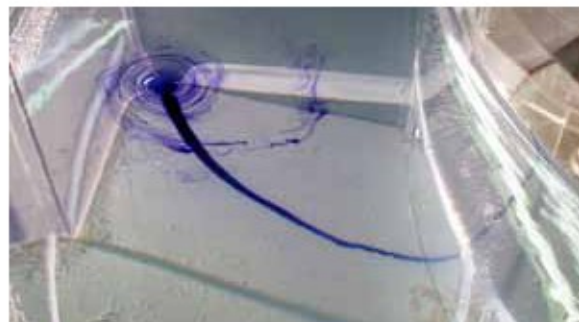
Mai putin cunoscut, dar la fel de frecvent este vartejul care incepe pe fundul bazinului, peretele imersat al acestuia, sau intre doua pompe, si se extinde la intrarea in pompa. La acest tip de vartej se pot atinge viteze de rotatie mari cu depresiuni ridicate si cavitatie.



Vartej puternic de suprafata.



Vartej puternic imersat.



Vartej de suprafata intrand intr-o pompa transparenta in circuitul de incercare.

Optimizarea proiectului statiei de pompare cu ajutorul CFD

Modelarea pe calculator ne da o buna intelegere a hidraulicii statiei de pompare. Cu aceasta viziune, putem evalua conditiile de intrare in statiile de pompare, fie ele existente sau noi. Putem, de asemenea dezvolta imbunatatiri sau alternative la proiect. Timpul necesar si costul analizei CFD sunt, de regula, mult mai mici decat cele necesare pentru modelarea fizica. Putem astfel modela mai multe statii de pompare mai frecvent decat atunci cand suntem limitati doar la modelarea fizica.

In general, folosirea CFD ne-a permis sa generam solutii mai bune si proiecte de statii de pompare mai optimizate decat inainte. In cele din urma, aceste

imbunatatiri folosesc clientilor nostri prin costuri mai mici si riscuri reduse legate de constructia si exploatarea statiei de pompare.

Efectuam modelarea CFD in stadiul de proiectare mai curand decat dupa ce statiile de pompare sunt in functiune. In acest mod, rezolvam problemele inainte ca ele sa apara.

In cazul statiilor existente, CFD ne ajuta la gasirea problemelor prin revelarea conditiilor de curgere existente si identificarea cauzelor probabile ale problemelor. Intelegerea mai buna conduce la solutii efective, proiectare mai buna si strategii de exploatare mai favorabile pentru statia de pompare.

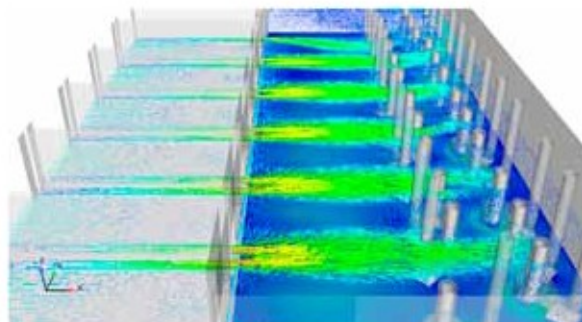
Studiu de caz 1: Proiectul unei statii noi

Cerinte

Aceasta statie de intrare la o instalatie de tratare va fi echipata cu 23 pompe centrifuge mari Flygt. Fiecare pompa livreaza aproximativ $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (16,000 Us gpm). In proiectul original, toate pompele sunt plasate la acelasi nivel. Debitul intra in statia de pompare prin 12 deschideri inguste. Acestea creeza curenti cu viteza foarte mare, care conduc la o curgere foarte neuniforma a debitului spre pompe, prerotatie excesiva si in consecinta la o instalatie nefiabila.



Proiectul original.



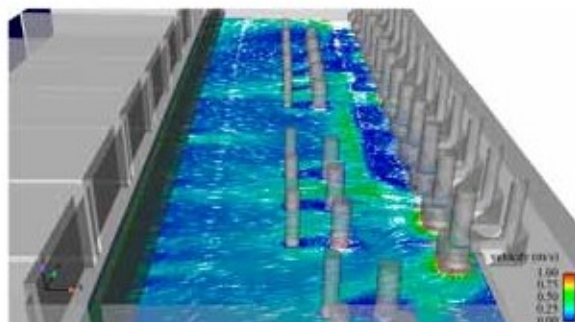
Simularea CFD a proiectului original.

Solutia

Proiectul alternativ propus de Flygt are un perete tampon imediat dupa deschiderile de intrare. Un perete tampon bine dimensionat va disipa energia curentilor si va distribui debitul de intrare pe intraga latime a bazinului. Alta modificare o reprezinta plasarea pompelor la doua niveluri diferite, prin aceasta reducandu-se interferenta intre pompe. Simularile CFD ale noii solutii confirma distributia aproape uniforma a debitului spre pompe fara fenomene hidraulice adverse.



Noul proiect cu doua-niveluri.



Simularea CFD a noului proiect.

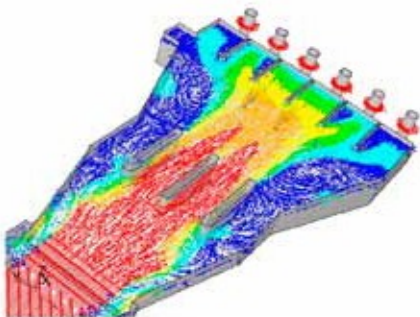
Studiu de caz 2: Optimizarea Proiectului

Cerinte

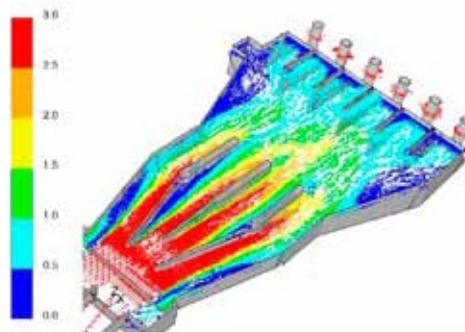
Aceasta statie de pompare a apelor pluviale a fost proiectata cu pereti laterali puternic divergenti ce conduc la o neuniforma distributie a debitului, cu un curent puternic in mijlocul bazinului. Aceasta determina conditii dure de functionare a pompelor, vibratii si posibil cavitate.

| Solutia

Solutia propusa a fost de a divide debitul cu pereti despartitori, inainte de formarea curentului central si distributia lui uniforma intre pompe.



Simularea CFD a proiectului original.



Simularea CFD a proiectului modificat.

Studiu de caz 3: Gasirea problemelor

Cerinte

Aceasta statie de pompare a apelor pluviale a fost perturbata de un vartej de mare energie, format in bazin din cauza unui cot bruscat la intrarea in statie. Acest vartej s-a propagat pana la pompa, cauzand zgomot, vibratii si o crestere a consumului de energie. Vartejul s-a putut vedea foarte clar, dupa cum este aratat in fotografie.



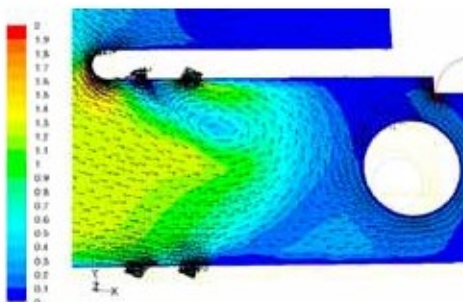
Problema – vartejul.

| Solutia

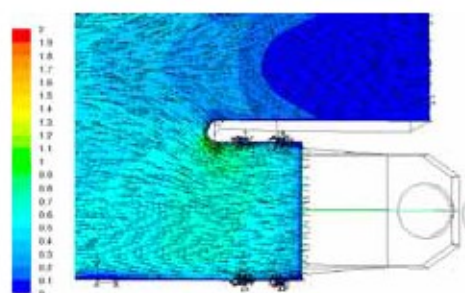
Un dispozitiv de aspiratie profilat Flygt a solutionat aceasta problema. El are partea superioara inclinata care conduce debitul, impiedicand in acelasi timp aspiratia aerului de la suprafata. Suplimentar, el are o nervura de dirijare care elimina rotatia.



Solutia – dispozitiv de aspiratie profilat.



Simularea CFD a situatiei initiale, aratand vartejul.

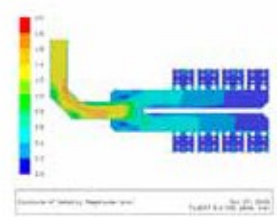
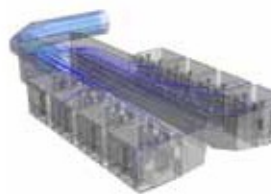
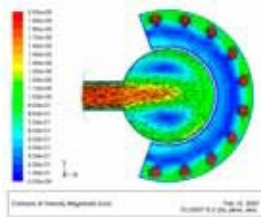


Simularea CFD a solutiei modificate, cu curgere uniforma.

Rasplandite în lumea întreagă

Flygt a livrat pompe pentru mii de stații de pompare în lumea întreagă, unde inginerii noștri au participat la proiectarea și punerea în funcțiune. Această experiență este unul din fundamentele competenței noastre ingineresti. Un altul este modelarea hidraulică a peste o sută de stații de pompare în toată lumea. Peste acestea, CFD a adus o nouă dimensiune la edificarea acestei competențe. Suplimentar la rapidă evidențiere a problemelor și a soluțiilor, imaginea pe care am obținut-o prin utilizarea CFD are un impact educațional imens pe care îl împărtășim beneficiarilor noștri din lumea întreagă.

Doa exemple mai jos ilustrează cum pot fi realizate cu succes proiecte de stații de pompare nestandardizate folosind modelarea CFD.



Statele Unite: Camera umedă circulară de mare capacitate

Cerinte

Foarte adâncă, capacitate mare și amprenta la sol limitată: acestea sunt cerințe comune ale beneficiarilor pentru proiectele stațiilor de pompare. De curând, două astfel de stații de pompare au fost cerute în Statele Unite.

Soluție

În astfel de cazuri, deseori, cea mai bună soluție din punct de vedere al investiției și al exploatarei este de a instala pompe submersibile în camera umedă circulară. Flygt a inițiat instalarea pompelor submersibile în camere umede circulare de mare capacitate și a câștigat multă experiență în acest domeniu de la testarea pe model și de la instalații verificate.

Pentru amândouă aceste două stații, a fost utilizată o soluție similară. Una dintre ele a fost mai adâncă de 50 m (160 ft) și 20 m (64 ft) în diametru. Ea are 12 pompe cu o capacitate de 4.4 m³/s (70,000 Us gpm) fiecare. Am aplicat experiența noastră trecută împreună cu o modelare CFD pentru a obține condiții de curgere la intrarea în pompe sigure și fiabile.

Australia: Instalție de desalinizare

Cerinte

Unul din cele mai mari orașe din Australia avea un deficit de apă curată și necesita o extindere majoră a instalației sale de desalinizare. Unul din obstacole a fost transferul apei de mare la instalație. A fost necesară o nouă stație de pompare. Provocarea a constat din numărul mare de pompe, 16 în total, necesar pentru satisfacerea cerințelor. Acest număr este peste cel ilustrat în manualele de proiectare.

Soluție

Inginerul consultant al orașului a solicitat Flygt sprijinul pentru dezvoltarea unei soluții corecte utilizând CFD. Studiul CFD a scos în evidență probleme potențiale cu sedimentarea și a fost esențial în dezvoltarea soluțiilor corespunzătoare.

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 ve-ti 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.

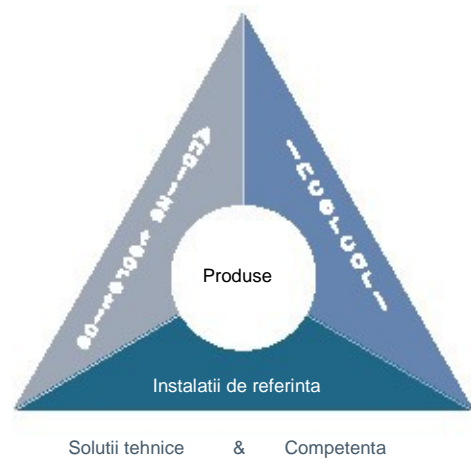


Incerari

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
site: www.danex.ro