

## TITEL

Turbin med överströmning och minskande tvärsnittsarea

## TEKNIKENS OMRÅDE

- 5 En flerstegsturbin för generering av ström innefattande ett första skovelhjul roterande i en första riktning och monterad på en första axel som är kopplad till ett växelsystem på en första sida av växelsystemet, varvid flerstegsturbinen innefattar ett andra skovelhjul roterande i en andra riktning, motriktad den första riktningen, och kopplad till en andra axel som är kopplad
- 10 till växelsystemet på den första sida av växelsystemet, varvid den första axeln är koncentrisk med och omslutande den andra axeln.

## TEKNISK BAKGRUND

- Turbiner avsedda att helt genomströmmas av ett fluidflöde är i regel försedd
- 15 med ställbara skovlar i syfte att ge optimal effekt då fluidflödet varierar. Dessutom kan turbinen förses med olika ledskensarrangemang i syfte att ge de roterande delarna optimala förutsättningar. Det är även känt att man kan ersätta dessa ledskenor med rotoror som roterar åt motsatta håll vilket i sig kräver olika axelarrangemang för att få en samverkan av den alstrade kraften.
- 20 Flerstegsturbinerna är i regel utformade med en konstant ytter och innerdiameter, även om en ökande innerdiameter är känd, se John Campell, 1957.

- I det fall turbiner med ställbara skovlar används för att optimera effekten
- 25 medför det dock att konstruktionen blir något mindre robust, vilket kan vara ett problem då denna typ av turbiner skall sitta monterade under flera år och då minimalt behov av service är önskvärt.

- En annan nackdel med kända arrangemang är att energiuttaget från
- 30 fluidflödet är begränsat på grund av att man utnyttjar enbart en delmängd av energin i det definierade fluidflödet. Det finns således behov av förbättrad verkningsgrad av ett turbinarrangemang i ett definierat fluidflöde.

## REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

- Uppfinningen innefattar en flerstegsturbin för generering av ström
- 5 innefattande ett första skovelhjul roterande i en första riktning och monterad på en första axel som är kopplad till ett växelsystem på en första sida av växelsystemet. Flerstegsturbinen innefattar ett andra skovelhjul roterande i en andra riktning, motriktad den första riktningen, och kopplad till en andra axel som är kopplad till växelsystemet på den första sidan av den första
- 10 växeln. Den första axeln är koncentrisk med och omslutande den andra axeln. Flerstegsturbinen innefattar ett tredje skovelhjul anordnat på en tredje axel och kopplad till en andra sida, motstående den första sidan, av växelsystemet. Den första axeln och den tredje axeln kan vara sammankopplade och bilda en gemensam axel. Den första och den tredje
- 15 axeln kan även vara en enhet som bildar en genom växelsystemet genomgående axel. Det tredje skovelhjulet är anordnat att rotera i den första riktningen eller den andra riktningen. Det tredje skovelhjulet har en diameter som överstiger diametern hos det första och andra skovelhjulet.
- 20 Enligt ett exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen ett fjärde skovelhjul kopplat till en fjärde axel som är kopplad till växelsystemet på den andra sidan av växelsystemet. I exemplet är den fjärde axeln koncentrisk med och omslutande den tredje axeln och det fjärde skovelhjulet är anordnat att rotera i en motsatt riktning i förhållande till det tredje skovelhjulet. I det fall
- 25 det fjärde skovelhjulet förekommer kan även detta vara omslutet av höljet. Genom att addera ett fjärde skovelhjul kan ytterligare energi i fluidflödet tas till vara.

- Växelsystemet är uppbyggd enligt känd teknik för inkoppling av tre ingående
- 30 axlar och en utgående axel respektive fyra ingående axlar samt en utgående axel. I det exempel av uppfinningen där flerstegsturbinen innefattar ett första, ett andra och ett tredje skovelhjul är dessa kopplade till en första, en andra

och en tredjeaxel som går in i växelsystemet. Den andra axeln är anordnad koncentriskt och omslutandes den första axeln på en sida av växelsystemet och den tredje axeln är anordnad på motsatt sida av växelsystemet. Samtliga ingående axlars centrum är anordnade i samma plan. Den första axeln och  
5 den tredje axeln kan vara sammankopplade och bilda en gemensam axel. Den första och den tredje axeln kan även vara en enhet som bildar en genom växelsystemet genomgående axel. Den första och den andra axeln, med tillhörande första och andra skovelhjul, är anordnade att rotera åt olika håll. Hur ett växelsystem enligt ovan, med tre ingående axlar och en utgående  
10 axel, är anordnat är känt sedan tidigare.

I det exempel av uppfinningen där flerstegsturbinen innefattar ett första, ett andra, ett tredje och ett fjärde skovelhjul är dessa kopplade till en första, en andra, en tredje och en fjärde axel som går in i växelsystemet. Den andra  
15 axeln är anordnad koncentriskt och omslutandes den första axeln och den fjärde axeln är anordnad koncentriskt och omslutandes den tredje axeln. Den första och andra axeln är anordnade på en sida av växelsystemet och den tredje och fjärde axeln är anordnad på motsatt sida av växelsystemet. Samtliga ingående axlars centrum är anordnade i samma plan. Den första  
20 och den andra axeln, med tillhörande första och andra skovelhjul, är anordnade att rotera åt olika håll. Den tredje och den fjärde axeln, med tillhörande tredje och fjärde skovelhjul, är anordnade att rotera åt motsatt håll. Hur ett växelsystem enligt ovan, med fyra ingående axlar och en utgående  
25 axel, är anordnat är känt sedan tidigare.

Kraften i den utgående axeln används för att med hjälp av en generator generera ström enligt metod känd sedan tidigare.

Enligt ett exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen ett hölje som  
30 omsluter det första, andra och tredje skovelhjulet och bildar en passage för styrning av ett fluidflöde med flödesriktning från det första skovelhjulet mot det andra skovelhjulet. Höljet är anordnat på ett förutbestämt avstånd från

det första och andra skovelhjulet för överströmning av en del av fluidflödet förbi det första och andra skovelhjulet till det tredje skovelhjulet. Genom att anordna de tre skovelhjulen på detta sätt är det möjligt att bättre ta tillvara på energin i fluidflödet.

5

Föreliggande uppfinning kombinerar känd teknik på ett nytt sätt. För att minimera förluster och erhålla bättre dellastegenskaper så avser uppfinningen ersätta turbiner utrustade med ledskovlar med turbiner utrustade med skovelhjulspår så att optimal energi kan tas ut oberoende av fluidflödets storlek. Enligt uppfinningen anordnas flerstegsturbiner innefattandes åtminstone två steg med 3 eller 4 skovelhjul i moduler. I det fall en uppfinningsenlig flerstegsturbin innefattar 3 skovelhjul är de första två skovelhjulen anordnade i ett första par skovelhjul och det tredje skovelhjulet är anordnat separat. I det fall en uppfinningsenlig flerstegsturbin innefattar 4 skovelhjul är de två första skovelhjulen anordnade i ett första par och det två resterande skovelhjulen anordnade i ett andra par. För att minimera förlusterna roterar de två skovelhjulen som ingår i ett skovelhjulspår åt motsatt håll. Ju fler skovelhjulspår som kombineras desto mer energi kan utvinnas från fluidflödet. Vidare kan moduler innefattandes flerstegsturbiner med 3 eller 4 skovelhjul vara anordnade i seriella och/eller parallella arrangemang.

För en flerstegsturbin enligt uppfinningen så blir energiomsättningen mindre för varje steg. En delmängd av fluidflödet tillåts därför passera det första steget skovelhjul i dess ytterdel så att åtminstone det tredje skovelhjulet i det andra steget får en betydligt högre tillförsel av energi och därigenom möjlighet till en större energiomsättning. Då det roterande skovelhjulet är effektivast i sin ytterdel, dels på grund av att hastigheterna där är större men även att momentarmen är större, så kommer den mindre diametern i första steget att bättre utnyttja fluidflödet nära innerdiametern. För att dessutom låta efterföljande skovelhjul få större fluidflöde i sin ytterdel så ökas ytterdiametern på skovelhjulet för varje steg nedströms.

Enligt ett exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen ett inre hölje, omslutandes den första, andra och tredje axeln och växelsystemet. Det inre höljet har fördelaktigt en i riktning nedströms ökande ytterdiameter. I det fall  
5 flerstegsturbinen även innehåller ett fjärde skovelhjul med en fjärde axel omsluts även den fjärde axeln av det inre höljet. Detta kommer att öka flödes hastigheten nedströms.

Enligt ytterligare ett fördelaktigt exempel av uppfinningen har det tredje, och  
10 det fjärde skovelhjulet i det fall detta förekommer, en diameter som överstiger diametern hos det första och andra skovelhjulet med ca 20 – 40%,

Enligt ett exempel av uppfinningen har höljet en i riktning nedströms minskande innerdiameter. I ett annat exempel av uppfinningen har höljet en i  
15 riktning nedströms ökande innerdiameter. Båda dessa olika arrangemang kommer att påverka flödes bilden.

I ytterligare ett fördelaktigt exempel av uppfinningen är avståndet mellan höljet och det tredje och fjärde skovelhjulet ca 90 – 80% mindre i förhållande  
20 till avståndet mellan höljet och det första och andra skovelhjulet.

I ett exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen en trätt för styrning av fluidflödet in mot passagen och skovelhjulen. Tratten kan sitta anordnad mot höljet eller i närhet av höljet utan att för den delen vara direkt kopplad  
25 mot höljet. I det fall en trätt används kommer detta att öka fluidflödet genom turbinen.

I ännu ett exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen en styranordning för styrning av fluidflödet innanför höljet. Användande av  
30 styranordningar möjliggör att fluidflödet kan styras vilket kan möjliggöra effektivare utnyttjande av skovelhjulen.

I ett fördelaktigt exempel av uppfinningen innefattar flerstegsturbinen ett hölje som omsluter skovelhjulen och bildar en passage för styrning av fluidflödet med flödesriktning från det första skovelhjulet mot det andra skovelhjulet, varvid höljet är anordnat på ett förutbestämt avstånd ca 25 – 45% från det första och andra skovelhjulet för överströmning av en del av fluidflödet förbi det första och andra skovelhjulet till det tredje och i de fall det är aktuellt fjärde skovelhjulet.

I ett annat exempel av uppfinningen är åtminstone två flerstegsturbiner anordnade parallellt till varandra. I ytterligare ett exempel av uppfinningen är åtminstone två flerstegsturbiner anordnade i serie till varandra.

I ett annat exempel av uppfinningen, där åtminstone två flerstegsturbiner är anordnade serIELLT, har den nedströms anordnade flerstegsturbinen ett hölje med innerdiameter större än höljet hos en uppströms anordnad flerstegsturbine. I ännu ett exempel av uppfinningen, där åtminstone två flerstegsturbiner är anordnade serIELLT i ett system, har en nedströms seriemonterad flerstegsturbine skovelhjul större ytterdiameter än en uppströms seriemonterade flerstegsturbine för att kunna tillgodogöra sig fluidflödet i överströmningen. Detta gör att det är möjligt att bättre ta tillvara på energin i fluidflödet.

I ett exempel av uppfinningen där åtminstone två flerstegsturbiner är anordnade serIELLT i ett system kan en flödesavskiljare anordnas hos den uppströms anordnade flerstegsturbinen i syfte att styra en del av fluidflödet till passagen och turbinen och/eller en del av fluidflödet i överströmning förbi höljet hos den uppströms anordnade flerstegsturbinen.

I ett annat exempel av uppfinningen där åtminstone två flerstegsturbiner är anordnade serIELLT innefattar en uppströms anordnad flerstegsturbine ett yttre hölje som omsluter höljet och bildar en yttre passage mellan höljet och

det yttre höljet för styrning av det överströmmande fluidflödet till den nedströms anordnade flerstegsturbinen.

I ett exempel av uppfinningen är åtminstone en flerstegsturbin via  
5 växelsystemet kopplad till en generator för strömproduktion.

De exemplen som presenterats ovan går att kombinera för att optimera uppfinningens effekt, men går även att använda var för sig för att uppnå ökad effekt.

10

#### KORT BESKRIVNING AV FIGURER

Föreliggande uppfinning kommer nu beskrivas i detalj med hänvisningar till figurerna, varvid:

15

Figur 1 visar ett första exempel av en flerstegsturbin enligt uppfinningen

Figur 2 visar ett andra exempel av en flerstegsturbin enligt uppfinningen

20 Figur 3 visar ett tredje exempel av en flerstegsturbin enligt uppfinningen

Figur 4 visar ett fjärde exempel av en flerstegsturbin enligt uppfinningen

Figur 5 visar ett första exempel av hur två moduler arrangerats i ett  
25 serieutförande

Figur 6 visar ett andra exempel av hur två moduler arrangerats i ett serieutförande

30 Figur 7 visar ett exempel av hur två moduler arrangerats i ett parallellutförande

## BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

Figur 1 visar en flerstegsturbin 101 innefattande ett första skovelhjul 102, ett andra skovelhjul 105 och ett tredje skovelhjul 107. Figur 1 visar uppfinningen enligt att det första och andra skovelhjulet 102, 105 har en mindre diameter än det tredje skovelhjulet 107. Fluidflödet tillåts därigenom att passera det första och det andra skovelhjulet 102, 105 via en passage 110. Det första skovelhjulet 102 står i direkt förbindelse med det tredje skovelhjulet 107 via en första axel 103 och en tredje axel 108, dessa roterar åt samma håll. Den första axeln 103 och den tredje 108 axeln kan vara sammankopplade och bilda en gemensam axel. Den första och den tredje axeln 103, 108 kan även vara en enhet som bildar en genom växelsystemet 104 genomgående axel. Det andra skovelhjulet 105 är förbundet med växelsystemet 104 via en andra axel 106 som är koncentriskt monterad i förhållande till den första axeln 103 och som roterar åt motsatt håll. Växelsystemet 104 driver via ett axelarrangemang generatoren 120 som därigenom producerar elektrisk energi.

Passagen 110 avser åtminstone skillnaden mellan den yttre diametern hos det tredje skovelhjulet 107 och den yttre diametern hos det första och/eller det andra skovelhjulet 102, 105. Om det första skovelhjulet 102 har en annan yttre diameter än det andra skovelhjulet 105 avser passagen 110 åtminstone skillnaden mellan den yttre diametern hos det tredje skovelhjulet 107 och den större yttre diametern hos det första eller det andra skovelhjulet 102, 105. Det första skovelhjulet 102 och/eller det andra skovelhjulet 105 och/eller det tredje skovelhjulet 107 kan vara omgärdade av ett hölje 109. I exemplet i figur 1 omgärdas första, andra och tredje skovelhjulet 102, 105, 107 av höljet 109. Passagen 110 avser då avståndet mellan höljet 109 och första eller andra skovelhjulet 102, 105.

Figur 2 visar en flerstegsturbin 101 innefattande ett första skovelhjul 102, ett andra skovelhjul 105 och ett tredje skovelhjul 107, omslutet av ett hölje 109 som innefattar en trätt 115. Höljet omgärdar det första, det andra och det



tredje skovelhjulet 102, 105, 107, den första, den andra och den tredje axeln 103, 106, 108 och växelsystemet 104. Tratten 115 är anordnad uppströms höljet 109, och har en större diameter uppströms än nedströms mot höljet 109, vilket gör att tratten 115 kan styra ett fluidflöde in mot flerstegsturbinens

5 101 skovelhjul.

Figur 3 visar en flerstegsturbin 201 innefattande ett första skovelhjul 202, ett andra skovelhjul 205, ett tredje skovelhjul 207 och ett fjärde skovelhjul 211. Figur 3 visar uppfinningen enligt att det första och andra skovelhjulet 202,

10 205 har en mindre yttre diameter än det tredje och fjärde skovelhjulet 207, 211. Fluidflödet tillåts därigenom att passera det första och det andra skovelhjulet 202, 205 via en passage 210. Det första skovelhjulet 202 står i förbindelse med det tredje skovelhjulet 207 via en första axel 203 och en tredje axel 208. Första, andra, tredje respektive fjärde skovelhjulet 202, 205,

15 207, 2011 roterar åt samma håll som den första, andra, tredje, respektive fjärde axeln 203, 206, 208, 212 respektive skovelhjul är kopplat till. Den första axeln 203 och den tredje 208 axeln kan vara sammankopplade och bilda en gemensam axel. Den första och den tredje axeln 203, 208 kan även vara en enhet som bildar en genom växelsystemet 204 genomgående axel. I

20 det fall den första och den tredje axeln 203, 208 är en enhet kommer den första och den tredje axeln 203, 208 att rotera åt samma håll. I det fall den första och den tredje axeln 203, 208 är sammankopplade kan de rotera åt samma håll eller åt olika håll. I det fall den första och den tredje axeln roterar åt olika håll åstadkoms detta enligt kopplingsförfarande känt sedan tidigare.

25 Det andra och det fjärde skovelhjulet 205, 211 kan rotera åt samma håll eller åt olika håll beroende på hur det första och det tredje skovelhjulet roterar. Det första skovelhjulet 202 kommer alltid rotera åt motsatt riktning som det andra skovelhjulet 205 roterar åt, och det tredje skovelhjulet 207 kommer alltid rotera åt motsatt riktning som det fjärde skovelhjulet 211 roterar åt. Den

30 andra axeln 206 är koncentriskt monterad i förhållande till den första axeln 203. Den fjärde axeln 212 är koncentriskt monterad i förhållande till den tredje axeln 208. Det första och andra skovelhjulet 202, 205 är förbundet

med växelsystemet 204 via den första axeln och andra axeln 203, 206, och det tredje och fjärde skovelhjulet 207, 211 är förbundet med växelsystemet 204 via den tredje och fjärde axeln 208, 212. Växelsystemet driver via ett axelarrangemang generatoren 120 som därigenom producerar elektrisk energi.

5

Figur 3 visar vidare en flerstegsturbin bestående av fyra skovelhjul, 202, 205, 207, 211, där de två första 202, 205 har en mindre diameter än de andra två 207, 211 och således tillåter fluidflöde att passera i passagen 210 direkt till det tredje och därefter fjärde skovelhjulet 207, 211.

10

Passagen 210 avser åtminstone skillnaden mellan den yttre diametern hos det tredje och/eller fjärde skovelhjulet 207, 211 och den yttre diametern hos det första och/eller det andra skovelhjulet 202, 205. Om det första och andra skovelhjulet 202, 205 har olika yttre diameter avser passagen 210  
15 åtminstone skillnaden mellan den yttre diametern hos det av dessa skovelhjul som har den största yttre diametern och det av det tredje och fjärde skovelhjulet 207, 211 som har den största yttre diametern, ifall det tredje och det fjärde skovelhjulet 207, 211 har olika yttre diameter. Det första skovelhjulet 202 och/eller det andra skovelhjulet 205 och/eller det tredje  
20 skovelhjulet 207 och/eller det fjärde skovelhjulet 211 kan vara omgärdade av ett hölje 209. I exemplet i figur 3 omgärdas första, andra, tredje och fjärde skovelhjulet 202, 205, 207, 211 av höljet 209. Passagen 210 avser då avståndet mellan höljet och första och andra skovelhjulet 202, 205.

25 Figur 4 visar en flerstegsturbin 201 innefattande ett första skovelhjul 202, ett andra skovelhjul 205, ett tredje skovelhjul 207 och ett fjärde skovelhjul 211, omslutet av ett hölje 209 som innefattar en tratt 215. Höljet omgärdar det första, det andra, det tredje och det fjärde skovelhjulet 202, 205, 207, 211, den första, andra, tredje och fjärde axeln 203, 206, 208, 212 och  
30 växelsystemet 204. Tratten 215 är anordnad uppströms höljet 209, och har en större diameter uppströms än nedströms mot höljet 209, vilket gör att tratten 215 kan styra ett fluidflöde in mot flerstegsturbinen 201 med ett första

skovelhjul 202, ett andra skovelhjul 205, ett tredje skovelhjul 207 och ett fjärde skovelhjul 211.

Figur 5 visar två moduler 321, 322, en första modul 321 med en  
5 flerstegsturbine 201 innefattandes fyra stycken skovelhjul 202, 205, 207, 211  
och en andra modul 322 med en flerstegsturbine 101 innefattandes tre  
stycken skovelhjul 102, 105, 107. Den första modulen anordnad uppströms  
321 är försedd med överströmning i passagen 210. Mellan yttersidan av  
höljet 209 på den första modulen anordnad uppströms 321 och insidan av  
10 höljet 109 på den andra modulen anordnad nedströms 322 bildas en yttre  
passage 319. Fluidflödet till den andra modulen 322 kommer dels via den  
första modulen 321 men även via en yttre passage 319. Även den andra  
modulen 322 som ligger nedströms är försedd med överströmning i sina två  
första skovelhjul 102, 105 så att viss del av fluidflödet till den andra modulen  
15 322 kan nå den andra modulens 322 tredje skovelhjul 107 direkt via  
passagen 110. Den andra modulen som ligger nedströms 322 har utformats  
med en större diameter på sina respektive skovelhjul 102, 105, 107 än den  
första modulens 321 skovelhjul 202, 205, 207, 211.

20 Båda modulernas utgående axlar är förbundna via ett axelarrangemang med  
en generator 120 som omvandlar mekanisk energi till elektrisk energi.

Vidare innefattar både den första uppströms anordnade modulen 321 och  
den andra nedströms anordnade modulen 322 ett inre hölje 214; 114. För  
25 den första uppströms anordnade modulen omsluter det inre höljet 214 den  
första, andra, tredje och fjärde axeln 203, 206, 208, 212 samt växelsystemet  
204. För den andra nedströms anordnade modulen omsluter det inre höljet  
114 den första, andra och tredje axeln (ej i bild) samt växelsystemet (ej i bild).  
De inre hölkena 214, 114 har en nedströms ökande ytterdiameter vilket  
30 tillsammans med hölkena 209; 109 ger en nedströms minskande flödesarea  
runt de båda inre hölkena 214; 114, vilket ger en ökad flödes hastighet.

Ett alternativt utförande till denna är att den andra modulen är försedd med fyra skovelhjul liknande den första modulen och/eller att den första modulen är försedd med tre skovelhjul. De båda modulerna kan även ha samma antal skovelhjul.

5

Figur 6 visar ett arrangemang där två stycken moduler 321, 322 är anordnade i serie, och där höljet 209 för den första uppströms anordnade modulen 321 är omgärdat av ett yttre hölje 318 varvid en yttre passage 319 bildas mellan den uppströms anordnade första modulens 321 hölje 209 och  
10 det yttre höljet 318. I figur 6 är det yttre höljet 318 anordnat mot den nedströms anordnade andra modulens 322 hölje 109, men det yttre höljet 318 kan även vara anordnat på annat sätt.

Figur 7 visar två moduler 323 ordnade i ett parallellt arrangemang. Även här  
15 kan modulerna alternativt förses med tre eller fyra skovelhjul i utföranden enligt figur 1 och 2. Båda modulernas 323 utgående axlar är förbundna via ett axelarrangemang med en generator 120 som omvandlar mekanisk energi till elektrisk energi.

20 Ovan beskrivna exempel på uppfinningen skall ej ses som begränsande utan endast som exempel på utföringsformer av uppfinningen. Vidare går de olika utföringsformerna av uppfinningen att kombinera fritt.