

Inbjudan till teckning av aktier i Phoenix BioPower AB (publ)

INFORMATIONSMEMORANDUM

MARS 2021



GLOBALA MÅLEN
för hållbar utveckling

Phoenix BioPowers teknik uppfyller direkt 7 och indirekt 6 av FN:s globala mål för hållbar utveckling.

Viktig information

Med "**Phoenix BioPower**" eller, beroende på sammanhang, "**Bolaget**" avses Phoenix BioPower AB (publ), org. nr. 559086-8435. Med "**Memorandumet**" avses föreliggande informationsmemorandum.

Med "**Erbjudandet**" avses erbjudandet att teckna aktier enligt villkoren i Memorandumet.

Upprättande och registrering av Memorandumet

Detta Memorandum har inte granskats och godkänts av Finansinspektionen. Memorandumet är undantaget från prospektskyldighet enligt 2 kap. 4 § Lag (1991:980) om handel med finansiella instrument beaktat att det belopp som sammanlagt ska betalas av investerarna under en tid av tolv månader motsvarar högst 2,5 MEUR. För Memorandumet och Erbjudandet gäller svensk rätt. Tvist i anledning av detta Memorandum, Erbjudandet och därmed sammanhängande rättsförhållanden ska avgöras av svensk domstol exklusivt, varvid Stockholms tingsrätt ska utgöra första instans.

Varken Teckningsrätter eller aktier i Phoenix BioPower har registrerats eller kommer att registrerats enligt United States Securities Act från 1933 enligt dess senaste lydelse och inte heller enligt någon motsvarande lag i någon delstat i USA. Erbjudandet omfattar inte personer med hemvist i USA, Australien, Japan, Nya Zeeland, Singapore, Sydafrika, Hong Kong eller Kanada eller i något annat land där Erbjudandet eller distribution av Memorandumet strider mot tillämpliga lagar eller regler eller förutsätter ytterligare memorandum, registreringar eller andra åtgärder än de krav som följer av svensk rätt.

Memorandumet får följaktligen inte distribueras i eller till sådan jurisdiktion. Anmälan om teckning av aktier i strid med ovanstående kan komma att anses vara ogiltig. Följaktligen får teckningsrätter inte direkt eller indirekt, utbjudas, säljas vidare eller levereras i eller till länder där åtgärd enligt ovan krävs eller till aktieägare med hemvist enligt ovan.

Marknadsinformation, information från tredje part och viss framtidsinriktad information

Memorandumet innehåller viss historisk marknadsinformation. I det fall information har hämtats från tredje part ansvarar Bolaget för att informationen har återgivits korrekt. Såvitt Bolaget känner till har inga uppgifter utelämnats på ett sätt som skulle göra informationen felaktig eller missvisande i förhållande till de ursprungliga källorna. Bolaget har emellertid inte gjort någon oberoende verifiering av den information som lämnats av tredje part, varför fullständigheten eller riktigheten i den information som presenteras i Memorandumet inte kan garanteras. Ingen tredje part enligt ovan har, såvitt Bolaget känner till, väsentliga intressen i Bolaget.

Information i Memorandumet som rör framtida förhållanden, såsom uttalanden och antaganden avseende Bolagets framtida utveckling och marknadsförutsättningar, baseras på aktuella förhållanden vid tidpunkten för offentliggörandet av Memorandumet. Framåtriktad information återspeglar Bolagets aktuella syn och förväntningar på framtida händelser samt finansiell och operativ utveckling men är alltid förenad med osäkerheter eftersom denna är beroende av omständigheter utanför Bolagets kontroll. Någon försäkran att bedömningar som görs i Memorandumet avseende framtida förhållanden kommer att realiseras lämnas därför inte, vare sig uttryckligen eller underförstått. Bolaget åtar sig inte heller att offentliggöra uppdateringar eller revideringar av uttalanden avseende framtida förhållanden till följd av att ny information eller dylikt som framkommer efter tidpunkten för offentliggörandet av Memorandumet.

Övrigt

En investering i Bolaget är förenad med risker, se avsnittet "Riskfaktorer". När investerare fattar investeringsbeslut måste de förlita sig på sin egen bedömning av Bolaget enligt detta Memorandum, inklusive föreliggande sakförhållanden och risker. Inför ett investeringsbeslut bör potentiella investerare anlita sina egna professionella rådgivare samt noga utvärdera och överväga investeringsbeslutet. Investerare får endast förlita sig på informationen i detta Memorandum samt eventuella tillägg till detta Memorandum. Ingen person har fått tillstånd att lämna någon annan information eller göra några andra uttalanden än de som återfinns i detta Memorandum och, om så ändå sker, ska sådan information eller sådana uttalanden inte anses ha godkänts av Bolaget och Bolaget ansvarar inte för sådan information eller sådana uttalanden. Varken offentliggörandet av detta Memorandum eller några transaktioner som genomförs i anledning härav ska under några omständigheter anses innebära att informationen i detta Memorandum är korrekt och gällande vid någon annan tidpunkt än per dagen för offentliggörandet av Memorandumet, eller att det inte har förekommit någon förändring avseende Bolaget efter denna dag.

Innehåll

- 4** Inledning
- 7** Sammanfattning
- 11** Inbjudan till teckning av aktier
- 12** Bakgrund och motiv
- 14** Energiomställning!
- 16** Villkor och anvisningar
- 19** Riskfaktorer
- 22** Produkterbudande
- 27** Tekniken och dess tillämpningar
- 36** Utvecklingplan
- 41** Marknadsstrategi och kommersialisering
- 44** Marknaden
- 58** Team & IP
- 62** Finansiering och budget
- 64** Bilaga 1 - Finansiell översikt
- 67** Bilaga 2 - Bolagsordning
- 69** Bilaga 3 - Anmälningssedel

Inledning

Elbrist! Kan elen verkligen ta slut? Det är ett nytt begrepp som kommer från den omfattande energiomställning till förnybart som vi ser i Sverige och övriga världen. Elen tar förvisso inte slut, men när tillgången på el där, och när, den behövs inte räcker till skapas bristsituationer, elbrist. Energiomställningen globalt fortsätter med oförminskad kraft. Konsekvenserna av en kraftig ökning av väderberoende elproduktion börjar bli allt mer påtagliga. Dessutom behöver nästan alla befintliga produktionsanläggningar förutom vattenkraft bytas ut före 2050.

Vintern 2020 och 2021 har gett oss prov på vad det framtida elsystemet, baserat på väderberoende kraft, kan ha för negativa konsekvenser. Skillnaden i elpriser mellan norra och södra Sverige har aldrig varit större, ett tecken på effektbrist och behovet av billig, förnybar och planerbar elproduktion. Samtidigt såg vi hur elsystemet i Texas brakade ihop vid en plötslig köldknäpp, med många döda som följd och enorma elräkningar för vissa. En allvarlig konsekvens av att vi inte har tillräckligt med el och effekt där, och när, den behövs, är att risken för allvarliga störningar i kraftsystemet ökar kontinuerligt. Detta gör vår kraftvärmelösning ännu mer aktuell för varje dag.

För att möta 1,5 graders målet i klimatavtalet från Paris måste elsystemet på global nivå ändras högst radikalt. Förutom en utfasning av den fossilt producerade elen skall även en närmast fördubbling av den förväntade elkonsumtionen till 2050 också mötas. Detta innebär att 1 000 TWh ny, förnybar, elproduktion måste tillföras varje år. Det är lika mycket som 3/2 Storbritannien, eller ett USA vart tredje år! I dag

EFFEKTIV SKALBAR REGLERBAR

domineras nybyggnation av förnybar el av sol- och vindkraft och dessa tekniker står idag för lite mindre än 10 % av elproduktionen, men beräknas stå för ca hälften till 2050. Även om dessa metoder är fantastiska är de även förknippade med brister,

de är väderberoende. De kan därför inte reglera elproduktionen efter behov. När en stor andel väderberoende el uppnås i systemet, får detta betydande konsekvenser såsom kraftigt ökad variation i elpriser och ökad risk för effektbrist, eller elbrist som nämndes ovan.

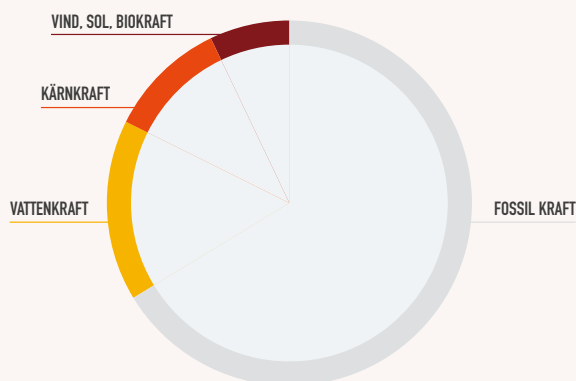


Diagram 1: Global elproduktion per energislag.

Källa: IEA

För att möta detta nya energisystem behövs mer planerbar förnybar elproduktion, ny överföringskapacitet och sätt att lagra energi över tid. Som ett svar på detta är en ny, mycket intressant marknad under framväxt, vätgas. Genom att använda förnybar el från t ex vindkraft, kan man producera vätgas som kan ersätta många fossila bränslen i flera industrier. Vätagasbilar och Hybrit¹ är två exempel på där förnybar vätgas skall ersätta fossila alternativ för minskade koldioxidutsläpp. Vätagasen kan även användas för storskalig elproduktion när behov uppstår, t ex när det inte blåser. För det krävs ny teknik som i mycket stor skala kan omvandla vätagasen till el, något som dagens bränsleceller inte är dimensionerade för. Den gasturbinteknik som Bolaget utvecklar, Top Cycle, har just den kapaciteten.

Reglerbar, Skalbar & Hållbar.

Bolaget utvecklar två huvudsakliga tekniska plattformar; en ny, skalbar, teknik som producerar förnybar el efter behov från biomassa samt en gasturbinteknik vilka båda:

- har höga prestanda
- har låga investeringskostnader
- svarar mot energiomställningens behov av ren och planerbar energi
- har kapacitet för negativa koldioxidutsläpp.

Anläggningar med dessa tekniker är mer lönsamma än vindkraft och placeras geografiskt där elen förbrukas. Den högre lönsamheten kommer av att produktionen kan regleras och planeras, t ex när priserna är som högst.

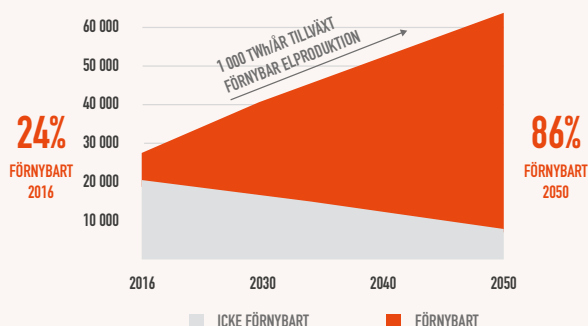


Diagram 2: Elproduktion, TWh för att nå 1,5°C scenariot

Källa: IRENA 2019

1. Hybrit är ett projekt för fossilfritt stål. Ett samarbete mellan SSAB, Vattenfall och LKAB med stöd från Energimyndigheten.

Globala målen

Under 2019 genomförde bolaget tillsammans med en expertpanel en bedömning av BTC-teknikens påverkan på de av FN uppsatta Globala Målen för hållbar utveckling. Bedömningen genomfördes tillsammans med UN Sustainable Development Solutions Network – Northern Europe. Från den bedömningen kom panelen fram till att bolagets teknik har direkt, eller indirekt, påverkan på hela 13 av de 17 uppsatta globala målen. 7 direkt, och 6 indirekt. Få lösningar har så bred inverkan på de Globala Målen som BTC-tekniken.

Direkt påverkan



Indirekt påverkan



Kärnan i vår biokraftteknik, BTC-tekniken (Biomass-fired TopCycle), är att kunna producera dubbelt så mycket el från samma mängd biomas jämfört med dagens teknik. Detta möjliggör 40 % lägre driftskostnader totalt för kunden, samt ger produktionskostnader i nivå med all storskalig kraftteknik. BTC-tekniken är därmed ett verkligt kommersiellt gångbart alternativ när den fossila kraften skall ersättas och elproduktionen skall byggas ut. Den globala potentialen är uppenbar.

Top Cycle tekniken är en ny princip för högeffektiva gasturbiner där två huvudsakliga principer skiljer den från traditionella gasturbiner; mycket stor andel ånga i förbränningen, upp till 50 %, samt en kompressor som är mindre än turbinen. Dessa två principer gör Top Cycle gasturbiner mycket effektiva och kompakta jämfört med traditionella gasturbinanläggningar med s.k. kombicycle² med mycket bra utsläppsvärden. Utöver detta blir dessa gasturbiner även optimala för vätgasförbränning och integration med system för koldioxidinfångning, s.k. CCS. Både vätgas och koldioxidinfångning ses som mycket stora marknader i energiomställningen från fossilt till förnybart.

Omställningen till ett uthålligt och förnybart energisystem kommer kräva enorma insatser. Med ca 2/3 av världens elproduktion från fossila bränslen inser vem som helst omfattningen på utmaningen i omställningen och utbyggnaden av världens elproduktion, men även möjligheterna för ny teknik att bli en del av omställningen.

Jämför vi BTC-teknikens elproduktionskostnad med de övriga energislagen i diagrammet ovan, är det tydligt att BTC-anläggningar kommer kunna konkurrera med flera av dessa energislagen på kostnadsbasis. När man beaktar att de flesta större marknader inför styrmedel för att öka kostnaderna för koldioxidutsläpp, förstärks konkurrensfördelarna med BTC-tekniken ytterligare med uppemot 30 öre/kWh gentemot de fossila bränslena. Ett koldioxidpris på 500 kr/ton under Europas Emission Trading Scheme skulle innebära en ökning av 20 respektive 40 öre/kWh för el från naturgas- och kolanläggningar. Samtidigt innebär en motsvarande ersättning för negativa utsläpp en minskad produktionskostnad för en BTC-anläggning på 32 öre/kWh.

Biokraft- och gasturbinmarknaderna

Marknaden för ny biokraft bedöms ha en mycket stark tillväxt de kommande 10–15 åren oberoende av Bolagets revolutionerande teknik. Organisationen IRENA uppskattar den globala tillväxten för biokraft uppemot 13 % per år fram till 2030. Denna tillväxt drivs till stor del av de faktorer som nämnts ovan. Den globala tillväxten uppskattas främst ske i fossilintensiva marknader där kol skall ersättas och ny elproduktion behövs. Bolaget avser inledningsvis adressera marknader i Norden följt av internationell expansion till marknader som EU, Indien och Kina.

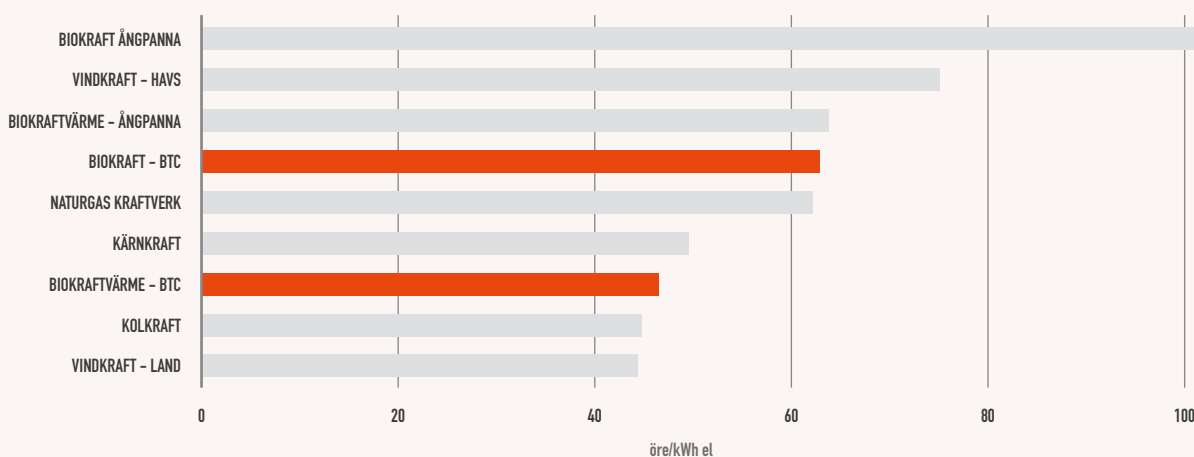


Diagram 3: Jämförelse i elproduktionskostnader för olika energislagen. För kraftvärme erhålls värmekrediter vilket sänker dess produktionskostnader*. Kraftvärme innebär samtidig produktion av kraft och värme, kraft i diagrammet avser endast elproduktion.

* För kraftverk jämförs tekniken utifrån deras optimalstorlek. För kraftvärme jämförs anläggningar med 75 MW värmeproduktion.

2. En kombicycle är en anläggning med både en gasturbin och en ångturbin där energin i avgaserna från gasturbinen används för att generera ånga till en ångturbin för att på så sätt kunna producera med el.

En BTC-anläggning kommer inte bara att vara en konkurrenskraftig elproducent, den kommer även vara:

BTC TEKNIKEN:

Lönsam - mer lönsam än traditionell biokraft, men även vindkraft (5–10 % högre avkastning) då man kan producera vid högre elpris

Reglerbar - leverera förnybar el när den behövs och nära elbehovet.

Vätgas - Anläggningen kommer ha kapacitet att drivas med vätgas vid behov istället för biomassa.

Negativa utsläpp - En BTC-anläggning uppvisar överlägsna prestanda för koldioxidinfångning och därmed negativa koldioxidutsläpp.

Fjärrvärme - leverera fjärrvärme med hög verkningsgrad och kostnadseffektivt.

Planerbar effekt - minskar risken för effektbrist.

Nätinvesteringar - minskar behoven av omfattande investeringar i överföringskapacitet och lagring.

Avfall som bränsle - använda avfall från inhemsk skogs- och jordbruksindustri som bränsle.

Top Cycleanläggningen - kommer ha motsvarande fördelar jämfört med den traditionella tekniken för större gaseldade kraftanläggningar, kombicykeln.

Lönsam - Högre effektivitet vid lägre anläggningsstorlek, högre effektivitet vid vätgasförbränning och lägre investeringskostnader.

Vätgas - Kapacitet för 100 % vätgasförbränning med ultralåga utsläpp av kväveoxider (NOx)

Fjärrvärme - Högre total effektivitet med fjärrvärme.

CCS - Lägre infångningskostnad för koldioxid och högre elverkningsgrad vid CCS.

Reglerbar - leverera förnybar el när den behövs och nära elbehovet

Planerbar effekt - minskar risken för effektbrist

Nätinvesteringar - minskar behoven av omfattande investeringar i överföringskapacitet och lagring

Bolaget har som målsättning att bli den dominerande tekniken för ny biokraft. I Norden uppskattas marknaden för biokraft vara uppemot 17 MDR SEK per år. Baserat på den förväntade tillväxten för biokraft globalt från 500 TWh till 3 400 TWh² beräknas den globala marknaden till över 13 000 MDR SEK per år.

Utvecklingen av BTC-tekniken sker i ett antal steg för att ta tekniken till ett kommersiellt stadium. I Fas 1 fokuserade vi på inledande genomförbarhetsstudier och komponenttester, i Fas 2 utökas studierna och kompletteras med valideringsprover för att i Fas 3 gå in på utveckling av anläggning vilken finansieras inom ramen för beställningen från betalande kund.

Gasturbinmarknaden som bolagets Top Cycle teknik siktar mot omsätter flera miljarder U\$ varje år. Även om tillverkare av större gasturbiner, större än 200 MW, har stora ekonomiska problem så har marknaden för gasturbiner i medelstora storlekar fortsatt en bra tillväxt. Det är den marknaden som bolagets inledande produkt avser gå in på.

Negativa utsläpp med BECCS³

En annan del av den förnybara marknaden är negativa utsläpp, dvs anläggningar som kan avskilja och lagra koldioxid. Genom att göra det på anläggningar med biogena bränslen blir nettot negativt, eftersom koldioxiden i bränslena kommer från atmosfären via fotosyntesen. Bolaget har identifierat ett antal tekniker vilka lämpar sig för integrering med BTC-tekniken för att uppnå mycket höga verkningsgrader, låga elproduktionskostnader samtidigt med negativa utsläpp. Om man antar att ersättningen för infångad koldioxid är i nivå med den svenska koldioxidskatten, uppskattar Bolaget att produktionskostnaden för el faller till mycket konkurrenskraftiga 49 öre/kWh.

Utvecklingsplanen

De olika faserna i Phoenix' utvecklingsplan representerar både tekniska utvecklingssteg, uppskalning av tekniken, tillverkning, men även affärsutveckling och marknadsintroduktion. Teknikutvecklingen sker över 4 teknikområden och genom ett flertal parallella och sekventiella projekt som stäcker sig över ett eller flera teknikområden. Målsättningen är att kommersialisera BTC-tekniken och, tillsammans med partners, leverera en kommersiell demoanläggning på ca 20–30 MWe till 2028. Tillsammans med pilotanläggningen utgör detta grunden för den kommersiella expansionen.

Finansiering, nu och i framtiden

Till dags dato har Phoenix BioPower erhållit stöd, beslut om stöd eller positiv bedömning av ansökan från Energimyndigheten, Eurostars och Horizon 2020 på sammanlagt 41,8 MSEK och har innan denna emission tagit in 27,1 MSE i privat kapital, totalt 69 MSEK. De projekt som bolaget bedrivit fram till idag har varit fokuserade på komponentutveckling, anläggningsutveckling och skalade tester i prototyper och testriggar. Utöver detta genomför bolaget nu 4 st förstudier tillsammans med industriella aktörer och energibolag samt komponent och systemutveckling. För den kommande perioden 2021–2025 kommer ytterligare komponentutveckling ske samt framtagande av integrerade riggar för tester i större, industriellt relevant, för att ta bolaget mot kommersialisering.

Vid kommersialisering kommer Bolagets intäktsmodell baseras på två huvudsakliga intäkter, försäljning av nyckelkomponenter (€/kW) respektive royalty på producerad energi (€/MWh). Baserat på den nordiska marknaden bedömer bolaget kostnads- och intäktsutvecklingen enligt Tabell 1, förutsatt en marknadsintroduktion 2023 och första beställning 2024 i samband med driftsättning av pilotanläggningen.

Kommersialiseringen av tekniken i Norden inleds under de kommande två åren med en planerad första order på en kommersiell anläggning under 2023–2024. För att finansiera utvecklingen fram till driftsättningen av Pilotanläggningen 2025 räknar Bolaget investera ca 388 MSEK inklusive offentligt stöd och industriellt naturabidrag från partners, där det offentliga stödet uppskattas till ca 175 MSEK. Positivt kassaflödet uppskattas nås 2027 i samband med beställning och uppförande av den första kommersiella demoanläggningen. Till detta skall läggas den signifikanta potential som tekniken besitter, speciellt för marknader som EU, Indien och Kina, särskilt när spillvärme kan nyttiggöras för negativa utsläpp, BECCS.

3. BECCS – BioEnergy Carbon Capture and Storage. Koldioxidinfångning och lagring i kombination med bioenergi

Sammanfattning

Denna sammanfattning skall endast ses som en introduktion till erbjudandet. Varje beslut om att investera i de aktier som erbjuds i Bolaget skall grundas på en bedömning av detta IM i sin helhet. Det är därför av stor vikt att noggrant studera alla delar, och inhämta råd från expertis i olika frågor rörande emissionen eller den information som behandlas i detta IM, om så skulle behövas.

Bolagsstämmans beslut

Den 22 december 2020 beslutade bolagsstämman för Phoenix BioPower AB (publ) att öka aktiekapitalet med högst 73 083,80 kronor genom utgivande av högst 1 461 676 aktier av serie B. Nyemissionen sker med företrädesrätt för bolagets aktieägare. Tio (10) befintliga aktier, oavsett aktieslag, berättigar till teckning av en (1) ny aktie av serie B. Aktierna emitteras till en kurs om 10,15 SEK per aktie. Vid fullteckning av emissionen tillförs Bolaget 14 836 011,40 kronor före emissionskostnader. Aktier som inte tecknas med företrädesrätt får tecknas av alla och envar.

Vid stort intresse för nyemissionen har styrelsen mandat att besluta om Övertilldelning om upp till maximalt 838 400 aktier, likaledes av serie B och till kurs 10,15 SEK per aktie, genom en separat riktad emission. Det maximala belopp som kan tillföras Bolaget med anledning av Övertilldelningen uppgår till 8 509 760 kronor. Befintliga aktieägare som väljer att inte delta i nyemissionen kan som mest bli utspädda med omkring 13,6%, beräknat som antal nya aktier efter fullteckning av nyemissionen, inklusive övertilldelningsoptionen, dividerat med totalt antal aktier efter nyemissionerna.

AFFÄRSIDÉ

Världen står inför dubbla utmaningar; att begränsa skadliga klimat effekter från utsläpp samtidigt som elproduktionen behöver fördubblas till följd av en ökad urbanisering globalt och elektrifiering av samhället. För att möta dessa utmaningar behöver enorma mängder ny förnybar produceras. För att nå IPCC:s mål om högst 1,5°C temperaturhöjning krävs att ytterligare 1 000 TWh förnybar energi tillförs varje år till 2050. Det motsvarar mer än 7 gånger Sveriges elförbrukning under ett år, eller ett helt USA var tredje år! Det är alltså enorma mängder vi talar om! Det räcker då inte att fokusera på ett, eller ett fåtal energislag. Dagens dominerande alternativ är sol och vindkraft vilka är väderberoende och kan inte producera vid behov (planerbar och reglerbar). Detta har viktiga konsekvenser som kraftigt ökad variation i kraftpriser, effektbrist kan uppstå och överföringskapaciteten inom och mellan länder måste ökas drastiskt.

Bolaget har inom detta område identifierat ett stort behov av lönsam, planerbar och förnybar el: en förnybar energikälla som kan försörja städer med hållbar el och värme vid behov och till konkurrenskraftig kostnad. För dessa behov behövs ett reglerbart alternativ till kärnkraft och fossil kraft. Ett alternativ som här hållbart, skalbart och kan tillämpas i många marknader.

Den som Phoenix BioPower utvecklar är ny, skalbar, teknik som producerar förnybar kraft vid behov, placerad nära konsumtionen, och är kostnadseffektiv som vindkraft, men med bättre lönsamhet och flexibilitet. Detta gör biokraften till ett verkligt alternativ när den fossila kraften skall ersättas.

De huvudsakliga teknikområden som bolaget utvecklar är Top Cykel tekniken och BTC (Biomass fired Top Cycle) tekniken. Dessa två kan på olika sätt möta de behov som uppstår i kölvattnet av energiomställningen där planerbar kraft och baskraft från fossila källor fasas ut och ersätts med väderberoende kraft från sol och vind.

TopCycle tekniken är en ny typ av gasturbin med stor inblandning av ånga i förbränningen med hög elverkningsgrad men med lägre investeringskostnader, kapacitet för 100 % vätgasförbränning och mer lönsam avskiljning av koldioxid, så kallad CCS.

BTC tekniken är en ny biokraftteknik som kombinerar avancerad förgasning av biomassa med en Top Cycle gasturbin. Jämfört med den traditionella biokraften, som baseras på den s.k. ångcykeln (i princip väldigt avancerade ångmaskiner), kan omvandla 25–32% av energin i bränslet till el, resten blir värme eller förluster kan BTC producera dubbelt så mycket el från samma. Tekniken kan förbättra elverkningsgraden till uppemot 60 % för större anläggningar. Denna förbättring i elverkningsgrad innebär att biokraften på allvar kan konkurrera med fossileldade anläggningar och med intermittent kraft från sol och vind, även utanför värmesäsongen (då man samproducerar fjärrvärme). Vidare kan biokraft bli ett mer lönsamt alternativ, eller ett flexibelt komplement, till vindkraften. Två viktiga resultat som är möjliga då produktionskostnaden för el med BTC-tekniken nära nog halveras jämfört med traditionell ångpanneteknik och ligger i nivå som vindkraften. Eftersom biokraften kan anpassa produktionen efter behov kan en anläggning drivas under större del av högpristimarna och därmed få bättre betalt för produktionen. Till detta skall läggas koldioxidinfångning, CCS, som förväntas generera signifikanta intäkter som ytterligare sänker produktionskostnaden för biokraft så den blir lägre än den för vind.

Utvecklingen av BTC-tekniken syftar till att kommersialisera tekniken och tillsammans med industriella partners erbjuda den på kommersiella villkor till marknaden med början under 2023–2024. Phoenix BioPower, planerar ansvara för teknikutveckling och koordinering av utvecklingen för att tillsammans med partners, erbjuda kompletta anläggningar till anläggningsägare.

Bolagets intäktsmodell är baserad på både intäkter från försäljning av utrustning/nyckelkomponenter samt royaltyintäkter på producerad energi baserat på tekniken. Schablonmässigt kan det sägas att intäkten från utrustningsförsäljningen baseras på installerad effekt, €/kW och intäkten från royalty baseras på producerad energi, €/MWh.

Med en årlig adresserbar biokraftmarknad på 16,6 MDR SEK i Sverige och över 380 MDR SEK globalt ser Bolaget goda förutsättningar för en snabb tillväxt av försäljningen när tekniken lanseras kommersiellt. Bolagets målsättning är att erbjuda den ledande tekniken för dels ny planerbar biokraft, dels inom effektiv kraftproduktion i kombination med CCS eller med vätgas som bränsle.



MARKNAD

TopCycle tekniken siktar på att ta del av en stor, global, marknad för planerbar och reglerbar kraftproduktion i mellansegmentet, 20–200 MWe. Med en lägre investeringskostnad och kapacitet för mer kostnadseffektiv elproduktion i kombination med CCS och för högeffektiv vätgasförbränning ser bolaget en god potential att uppnå kommersiell framgång internationellt.

Bolagets, BTC-tekniken, är en kraftvärmeteknik vilken kan producera både elkraft till elnätet och värme till t ex ett fjärrvärmennät. Marknaden för förnybar, biomassaeldad kraftvärme uppgår till ca 60 TWh värmeproduktion per år i Norden vilket representerar en potential på uppemot 300 MDR SEK över 30 år, varav Bolagets potentiella andel av anläggningsinvesteringen utgör 10–20 %. Globalt är kraftvärmemarknaden, inklusive den fossila kraftvärmens, cirka ett hundra gånger större.

Med effektivare biokraftsteknik kan dagens investeringar i fjärrvärmennäten utnyttjas mer effektivt samtidigt som ny, reglerbar kraft kan erbjudas i ett energisystem där kärnkraften fasas ut och mer intermittent kraft från sol och framförallt vind kommer till. Med denna utfasning av baskraft och ökad andel intermittent kraft har vi under 2019 och 2020 sett effektbrist uppstå i delar av Norden, framförallt i södra Sverige och Stockholm/Märladalen, något som vi redan ser effekterna av. Samtidigt kan vi även se att volatiliteten i elpriser har stigit, och kommer stiga ytterligare tillsammans att elpriserna i olika delar av Sverige drar isär allt oftare. Tidvis har priset i södra Sverige varit 10 gånger högre än i norra Sverige. Baserat på dagens fjärrvärmennät skulle en effektivare teknik för kraftvärme som BTC, kunna ge ett tillskott av reglerbar kraft i Norden på uppemot 50 TWh/år, vilket är nästan lika mycket som försvinner i samband med utfasningen av den svenska kärnkraften.

Internationellt lämpar sig BTC-tekniken mycket väl som ersättningsteknik för fossila kraftverk, främst från kol. För kolintensiva marknader som Tyskland, Polen, Brasilien, Indien och Kina, länder med god tillgång på biomassaavfall från skogsindustri och jordbruk, kan BTC-tekniken minska CO₂-utsläppen med många miljoner ton vid en storskalig implementering, samtidigt som partikelutsläpp och utsläpp av tungmetaller som kadmium minskar radikalt. Utsläppen av tungmetaller kommer av att kol innehåller stora mängder, vilket frigörs vid förbränning. Partikelutsläppen reduceras genom den reningsprocess BTC-tekniken använder.

FINANSIERING

Bolagets huvudsakliga finansiering under utvecklingsperioden kommer vara genom offentliga stödprogram från Energimyndigheten, EU program som t ex Horizon 2020 och motsvarande tillsammans med privat kapital. Andelen stödfinansiering för utvecklingsverksamheten bedöms ligga på 50–60 % till 2025. Genom den stora andel offentliga finansiering som Bolaget redan erhållit, och fortsatt planerar för, erhålles en sänkt finansiell risk för aktieägarna och övriga investerare i Bolaget. Utöver offentlig finansiering räknar bolaget med viss industriell naturafinansiering, dvs industriella partners och aktörer bidrar utan ersättning till bolagets teknikutveckling genom att t. ex. upplåta lokaler, erbjuda studier eller teknisk utrustning eller på annat sätt bidra positivt till verksamheten.

Bolagets projektplan innefattar utvecklingsprojekt om cirka 388 MSEK för perioden fram till och med 2025 då pilotanläggningen är driftsatt med offentligt stöd om ca 220 MSEK. Under 2021 går utvecklingen enligt plan vidare med fas 2 där komponenter från nu genomförda projekt utgör basen för den fortsatta teknikutvecklingen med bl a en integrerad förgasnings- och förbränningsrigg. Denna fas ligger till grund för den efterföljande då en pilotanläggning i 1/10 skala uppförs. I denna pilotanläggning kommer vitala delar testas i fullskala eller i industriellt relevant skala, inklusive förbränning och turbinkylning.

Utöver finansieringen från Energimyndigheten bygger bolagets utvecklingsplan på betydande icke upptagna tillgångar vad gäller teknik, know-how och inventarier. Bolagets patentportfölj har av extern part 2018 värderats till uppemot 50 MSEK, en tillgångsmassa upptagen till 500 000 SEK i räkenskaperna. Till detta kommer etablerade samarbeten, tekniska rapporter samt testutrustning för betydande värden. Detta sammantaget ger bolaget en stabil grund att stå på i den accelererade utveckling av tekniken när Bolaget går vidare enligt den tidigare lagda planen. Läs mer under Utvecklingsplan på sid 36.

AKTIEKAPITAL OCH ÄGARFÖRHÅLLANDEN

Aktiekapitalet i Phoenix BioPower uppgår till 730 838,20 kr fördelat på 14 616 764 aktier varav 10 500 000 av Serie A och 4 116 764 av serie B. I bolaget finns två aktieslag, A-aktier och B-aktier. En A-aktie ger tio (10) röster och en B-aktie en (1) röst. Nedan sammanställningar visar aktieägandet i bolaget före och efter förevarande nyemission, förutsatt fullteckning.

Aktieägare	Antal A-aktier	Antal B-aktier	Andel kapital	Andel röster
Henrik Båge	1 788 280		12,23%	16,39%
Michael Bartlett	3 576 560		24,47%	32,78%
Oliver Paschereit	880 000		6,02%	8,06%
Hans-Erik Hansson	3 076 560	500 000	24,47%	28,65%
InnoEnergy	1 100 000	165 000	8,65%	10,23%
Catharina Lagerstam ¹	39 300	4 912	0,30%	0,36%
Stefan Jakélius ¹	39 300		0,27%	0,36%
Birgitta Resvik	0	7 000	0,05%	0,01%
Övriga	0	3 439 852	23,53%	3,15%
Summa	10 500 000	4 116 764	100,00%	100,00%

Efter nyemissionen, förutsatt fullteckning:

Aktieägare	Antal A-aktier	Antal B-aktier	Andel kapital	Andel röster
Henrik Båge	1 788 280		11,12%	16,17%
Michael Bartlett	3 576 560		22,24%	32,34%
Oliver Paschereit	880 000		5,47%	7,96%
Hans-Erik Hansson	3 076 560	500 000	22,24%	28,27%
InnoEnergy	1 100 000	165 000	7,87%	10,10%
Catharina Lagerstam ¹	39 300	4 912	0,27%	0,36%
Stefan Jakélius ¹	39 300		0,24%	0,36%
Birgitta Resvik	0	7 000	0,04%	0,01%
Övriga	0	4 901 528	30,49%	4,43%
Summa	10 500 000	5 578 440	100,00%	100,00%

Efter fullteckning av nyemissionen och fullteckning av övertilldelningsoptionen

Aktieägare	Antal A-aktier	Antal B-aktier	Andel kapital	Andel röster
Henrik Båge	1 788 280		10,57%	16,05%
Michael Bartlett	3 576 560		21,14%	32,10%
Oliver Paschereit	880 000		5,20%	7,90%
Hans-Erik Hansson	3 076 560	500 000	21,14%	28,06%
InnoEnergy	1 100 000	165 000	7,48%	10,02%
Catharina Lagerstam ¹	39 300	4 912	0,26%	0,36%
Stefan Jakélius ¹	39 300		0,23%	0,35%
Birgitta Resvik		7 000	0,04%	0,01%
Övriga	0	5 739 928	33,93%	5,15%
Summa	10 500 000	6 416 840	100,00%	100,00%

1. Ägande via egna bolag

Aktiekapitalets utveckling

Erbjudandet omfattar 1 650 000 aktier av Serie B. Nedanstående sammanställning visar fördelningen av kapitalet före och efter emissionen.

Datum	Händelse	Kvotvärde	Kurs	Antal A-aktier	Antal B-aktier	Förändring aktiekapital	Summa aktiekapital	Summa antal aktier
2016-11-24	Bolagsbildning	5	5	10 000	0	50 000,00	50 000,00	10 000
2018-07-05	Split 1:100	0,05		1 000 000	0	-	50 000,00	500 000
2018-07-05	Nyemission	0,05	0,06	10 000 000	0	500 000,00	550 000,00	11 000 000
2018-11-08	Nyemission	0,05	5,5		1 650 000	82 500,00	632 500,00	12 650 000
2019-12-27	Nyemission	0,05	7,7		1 581 250	79 062,50	711 562,50	14 231 250
2020-01-16	Nyemission	0,05	7,7		385 514	19 275,70	730 838,20	14 616 764
2020-06-05	Omstämpling			-500 000	500 000			
Situationen före nyemission				10 500 000	4 116 764	730 838,20	14 616 764	12 650 000

I samband med Coronapandemin 2020 säkrade bolaget kompletterande finansiering om maximalt 300 000€ från InnoEnergy. Denna finansiering skedde genom ett s.k. SAFE instrument, Simple Agreement for Future Equity och innebär att de har rätt att konvertera denna investering till A-aktier med 25% rabatt på kommande nyemissioner överstigande 10 MSEK. Den maximala utspädningen från denna finansiering uppgår till 413 793 aktier av serie A baserat på villkoren i denna nyemission samt en EURSEK kurs om 10,50.

ÖVRIGA BOLAGSFAKTA

Firmanamn: Phoenix BioPower AB (publ)

Säte: Stockholms län, Stockholm

Land: Sverige

Organisationsnummer: 559086-8435

Bolagsbildning: 2016-11-24

Juridisk form: Publikt svenskt aktiebolag

Lagstiftning: Svensk rätt och svenska aktiebolagslagen

Bolaget är ett avstämningsbolag. Aktieboken förs av Euroclear Sweden AB.

Adress: Drottning Kristinas Väg 18, 114 28 Stockholm.

Hemsida: www.phoenixbiopower.com

RISKFaktorER

En investering i Phoenix BioPowers aktier innebär ett risktagande, där flera faktorer påverkar eller kan komma att påverka Bolagets verksamhet. Nedan nämnda risker är endast en sammanfattning av de riskfaktorer en investerare bör ha i åtanke vid en investering i Bolaget. För att få en helhetsbild av riskerna med att investera i aktierna som erbjuds i detta Memorandum, är det av stor vikt att alla relevanta risker som beskrivs i avsnittet **Riskfaktorer** beaktas. Utelämnande eller införande av en risk i denna sammanfattning är inte en indikation på dess betydelse.

Potentiella investerare bör således noggrant överväga beskrivna riskfaktorer liksom övrig information i detta Memorandum innan beslut fattas om teckning av aktier i Phoenix BioPower AB (publ).

Verksamhetsrelaterade risker utgörs t.ex. av risker hänförliga till Bolagets relativt korta historik, bolagets hittillsvarande begränsade intäkter som kan leda till fortsatta förluster och beroende av ytterligare kapitalanskaffning.

Oförutsedda tekniska problem som kan leda till kostsamma nyutvecklingar eller tester. Konkurrenter och deras agerande eller produkter under utveckling kan inte förutses av bolaget. Global utveckling av ekonomiska förhållanden och politiska beslut kan påverka bolagets verksamhet. Politiska beslut kan t.ex. utgöras av subventioner för vissa energislag som skulle kunna missgynna Bolagets produkter i förhållande till andra teknologier. Pandemier kan orsaka global recession som försämrar investeringsklimatet och viljan att investera.

Affärsrisker såsom lägre intresse för Bolagets produkter än förväntat, risker i kundfordringar, risk för tvister och garantiförbindelser.

Finansiella risker utgörs av risk för bristande likviditet i bolaget och behov av ytterligare kapital, utöver det kapitalbehov som idag är känt. Aktie- och aktiemarknadsrelaterade risker utgörs t.ex. av risk för att utdelning uteblir, att aktiekursen inte utvecklas positivt eller att möjligheterna att avyttra aktierna är begränsade.

Se även avsnittet om risker.

Inbjudan till teckning av aktier

I syfte att fortsätta Bolagets utveckling fattade bolagsstämman den 22 december 2020 beslut om att Bolaget skall genomföra en nyemission med företrädare för aktieägarna i enlighet med villkor i detta Memorandum.

Nyemissionen avser aktier. Varje befintlig aktie, av serie A eller B, ger rätt att teckna en (1) ny aktie av serie B. Tekniskt sker detta genom att aktieägare, som på avstämningsdagen den 26 februari 2021 innehar aktier i Bolaget, erhåller en (1) teckningsrätt (TR) för varje innehavd aktie. Det krävs tio (10) TR för att teckna en (1) ny aktie i Bolaget. Aktierna emitteras till en teckningskurs om 10,15 SEK per aktie. Vid fullteckning av Erbjudandet tillförs Bolaget cirka 14,8 MSEK före emissionskostnader. Dessa beräknas uppgå till omkring 2 MSEK.

Nyemissionen uppgår till 1 461 676 aktier av serie B. Detta medför att aktiekapitalet ökar med högst 73 083 kronor och 80 öre till högst 803 922 kronor. Bolagsvärdet före emissionen uppgår till 148 MSEK, beräknat som antal aktier multiplicerat med emissionskursen.

De i Erbjudandet emitterade aktierna motsvarar cirka 9 procent av aktiekapitalet i Bolaget efter genomförd nyemission, förutsatt att Erbjudandet fulltecknas.

Vid stort intresse för nyemissionen har styrelsen mandat att besluta om Övertilldelning om upp till maximalt cirka 8,5 MSEK, före emissionskostnader, genom en separat riktad emission. Emissionskostnaderna beräknas inte påverkas mer än marginellt av eventuell Övertilldelning. Det antal aktier som erbjuds i en eventuell Övertilldelning uppgår till högst 838 400 aktier och ökar aktiekapitalet till högst 845 842 kronor. Utspädningseffekten av Övertilldelningsoptionen uppgår till cirka 5 % av samtliga aktier vid fullteckning av Övertilldelningsoptionen.

Härmed inbjuds Bolagets aktieägare och övriga investerare att teckna aktier i Phoenix BioPower AB (publ) i enlighet med villkoren i detta Informationsmemorandum. Utfallet av Erbjudandet beräknas offentliggöras på Bolagets hemsida (www.phoenixbiopower.com) omkring den 25 mars 2021. Styrelsen förbehåller sig rätten att senast den 22 mars 2021 genom pressmeddelande och meddelande på Bolagets hemsida offentliggöra eventuellt fattat beslut om att förlänga teckningstiden för Erbjudandet. Aktierna beräknas vara registrerade hos Bolagsverket under april månad 2021 varefter leverans av aktier till berörda tecknare kommer att ske.

STYRELSENS ANSVARSFÖRSÄKRAN

Detta Memorandum har upprättats av styrelsen för Phoenix BioPower AB (publ) med anledning av nyemissionen. Styrelsen försäkrar att den har vidtagit alla rimliga försiktighetsåtgärder för att säkerställa att uppgifterna i detta Memorandum, såvitt styrelsen känner till, överensstämmer med de faktiska förhållandena och att ingenting är utelämnat som skulle kunna påverka dess innebörd.

Stockholm i februari 2021
Phoenix BioPower AB (publ)
Styrelsen

Bakgrund och motiv

BAKGRUND

Energiomställningen för att möta klimathotet från den ökande växthuseffekten fortsätter i mycket hög takt. Vi ser hur fossil kraft, främst från kol, och kärnkraft, fasas ut i stor skala på global nivå. Den mesta kolkraften ersätts av naturgas, men tillförseln av förnybar energi är omfattande, framförallt vindkraft. I samband med klimatavtalet i Paris från 2015 sattes målet för den globala uppvärmningen till 1,5°C till 2050. Samtidigt beräknas elförbrukningen på global nivå närmast fördubblas från dagens nivåer.

MED PHOENIX BIOPOWERS TEKNIK KAN HELA BORTFALLET FRÅN KÄRNKRAFTENS UTFASNING ERSÄTTAS MED PLANERBAR, FÖRNYBAR OCH LÖNSAM BIOKRAFT, NÅGOT SOM INGEN ANNAN KÄND ENERGILÖSNING KLARAR IDAG.

För att möta parisavtalets 1,5°C mål innebär det att inte bara att fossil elproduktion ska fasas ut, men den totala produktionen skall fördubblas. För att nå detta måste 1 000 TWh förnybar elproduktion tillföras globalt, varje år! Det motsvarar 7 Sverige, 3½

Storbritannien eller ett helt USA var tredje år! Omställningen är en enorm utmaning och möjlighet för den förnybara energin!

Hälften av den förnybara elproduktionen 2050 beräknas vara variabel, dvs väderberoende sol- och vindkraft. Redan i år har vi i Sverige sett en antydning av vad en stor andel variabel elproduktion innebär för elsystemet – Elbrist. I ett elsystem med stor andel variabel elproduktion finns det stor risk för att det finns tillräckligt med el, eller mer korrekt effekt, när det behövs, där det behövs. Detta blir ett hinder för länders utveckling, välstånd och möjlighet att skapa goda förutsättningar för en uthållig samhällsutveckling. Från att ha haft ett av världens stabilaste elnät kan Sverige idag inte garantera effekt till mellanstora industrier i södra Sverige, Mälardalen eller Stockholmsområdet. En situation som förvärras 31 december 2020 när Ringhals 1 stängs för gott.

Samma utveckling ser vi i många marknader, t ex i Kontinentaleuropa där bl a Tyskland ska fasa ut kärnkraften till 2022 och kolkraften till 2038. Mycket av detta kommer ersättas av sol- och vindkraft. Motsvarande problem som vi ser i Södra Sverige kommer vi se i hela norra Kontinentaleuropa.

Dagens biokraft kan inte effektivt nog möta de nya behov som uppstår när kärnkraften fasas ut, andelen vindkraft ökar kraftigt samtidigt

som el-behovet kontinuerligt ökar. Den teknik som Phoenix BioPower utvecklar har den effektivitet och flexibilitet för att möta detta behov, kan parera variationerna i elproduktion från vindkraft och samtidigt producera värme för fjärrvärmenäten. Behovet för planerbar elproduktion kommer öka under de kommande 20 åren då kärnkraften skall fasas ut till 2040. Bara planerna för SSAB, LKAB och Vattenfall som annonserats för Hybrit-projektet och fossilfritt stål kräver mer än hälften av dagens elproduktion, och under samma period ska 1/3 av el-produktionen fasas ut. Hur ska all denna el produceras? Baserat på tillgängligt avfall från skogs- och träindustrierna kan upp emot 1/3 av Sveriges elkonsumention idag produceras med bolagets teknik, eller lika mycket som kärnkraften förväntas producera 2022.

En växande marknad som förväntas spela en viktig roll i energiomställningen från fossil till grön vätgas, vätgas producerad från förnybar energi. Förutom att ersätta fossil vätgas i industriella processer kommer vätgasen även användas för att producera el för att balansera variabel förnybar elproduktion. Bolagets TopCycle teknik är optimal för elproduktion från vätgas i stor skala med mycket låga utsläpp.

MOTIV

Efter att under 2018 inlett den accelererade utvecklingen för kommersialisering av tekniken ligger nu siktet inställt på nästa fas i vår utvecklingsbana. De mål som vi satte upp under 2018 har vi i stort nått. Vi har genomfört de tester och prover som vi planerat, i stort sett på tid och enligt budget. Därför är det nu dags att ta nästa steg i vår utveckling mot kommersialisering.

Under 2018 och 2019 har teknikutvecklingen legat på komponentnivå för att hantera de mest uppenbara tekniska riskerna i konceptet. Vi tar nu dessa erfarenheter och bygger vidare för att integrera dessa komponenter och förbereda för en större pilotanläggning som kan demonstrera tekniken i industriellt relevanta miljöer. Vi kommer göra detta i två steg, först på komponentnivå i skalade riggar och sedan i 1/10 skala där vi bygger en pilotanläggning för att testa de mest kritiska delarna i konceptet.

Det vi avser att genomföra under de kommande 15–18 månaderna är:

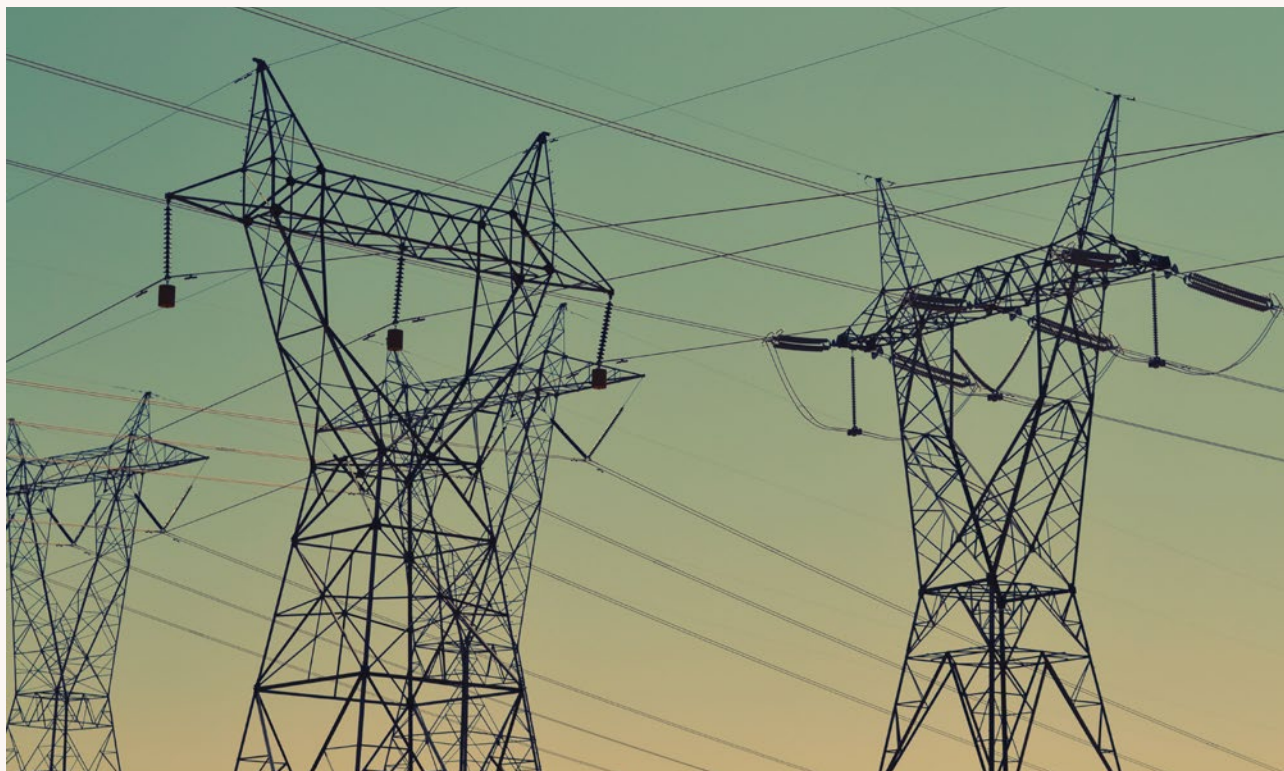
- Genomföra en förprojektering av pilotanläggningen i 1/10 skala
- Ta fram detaljerade konceptstudier och underlag för en kommersiell demoanläggning i full skala.
- Öka arbetet med att rekrytera industriella partners
- Utöka patentportföljen med 2–5 patentfamiljer
- Intensifiera arbetet med att identifiera kund och affärsmodell för den första kommersiella demoanläggningen, planerad att drifställas 2028

Under 2021–2025 påbörjar vi det som vi kallar Fas 2. Fas 2 kan även benämnas Valideringsfasen och avslutas med uppförandet och driftsättningen av en Pilotanläggning där tekniken testas i 1/10 skala under kommersiellt tryck och industriellt relevanta förhållanden. Fram till uppförandet och driftsättandet av Pilotanläggningen kommer utveckling ske både på komponent och systemnivå. Budgeten för Pilotanläggningen är ca 288 MSEK och utvecklingsbudgeten för perioden 2021–2025 är 388 MSEK varav ca 167 utgör offentligt stöd.

Hittills har stöd från Energimyndigheten varit vår största källa till finansiering. Sedan 2017 har Energimyndigheten beslutat om stöd till Bolaget för utvecklingen av BTC tekniken på 25,5 MSEK¹ och diskussioner om fortsatt stöd för kommande projekt pågår inom ramen för de verktyg som Energimyndigheten har tillgängliga. Utöver Energimyndigheten har bolaget under 2020 erhållit bifall från EU för 2 projekt om totalt 16 MSEK.² Sammanlagt har bolaget till dags dato erhållit stöd om ca 42 MSEK!

För offentligt stöd från till exempel Energimyndigheten eller EU kräver regelverket att allt offentligt stöd i de flesta fallen matchas med egen finansiering, så kallad medfinansiering från bolaget. Då finansieringsgraden på de projekt som bolaget genomför i snitt ligger på 60–65 % ger det en mycket god uppväxling i teknikutveckling som investerat kapital ger, och då även en lägre risk.

Bolaget erbjuder nu allmänheten att investera i Phoenix BioPower. Bolagets revolutionerande teknik, lett av ett erfaret team och styrelse har mycket goda förutsättningar att kommersialisera denna teknik. I den nya världen med en ökad andel väderberoende förnybar energi, ökar behoven på planerbar förnybar energi för att garantera energiomställningen och utfasningen av det fossila ur energisystemen. Detta lägger grunden för en kommersiell framgång!



1. Fas 1: 9,6, AffU 2,9, IP, 1,9, Pilotförstudien 1,8, Fas 2 9,4 MSEK respektive
2. Eurostars PACS 3,6 och EUCANwin! 12,4 MSEK respektive

Energiomställning!

2020 och 2021 har vi verkligen sett effekterna av den energiomställning vi står inför. Den 8 februari 2021 såg vi det högsta snittpriset för en dag på NordPool någonsin, 3 kr/kWh! Utfasningen av baskraften och den ökande andelen vindkraft har gett akuta problem i elförsörjningen i framförallt Södra Sverige. Samtidigt sker en omfattande elektrifiering av vårt samhälle. Inte bara bilar och lastbilar ska elektrifieras, även stora industrier byter nu från fossil energi till förnybara lösningar som kräver enorma mängder förnybar el, långt mycket mer än vad som idag är planerat för. Utanför Sverige ser vi fortsatt starkt engagemang för klimatet. Med EU:s Green Deal och en ny administration i USA ser de internationella förutsättningarna mycket goda ut för att i stor skala genomföra omställningen till fossilfritt.

2/3 av världens elproduktion kommer fortfarande från fossila bränslen och huvudsakligen från kol. Ska vi nå målet i klimatavtalet i Paris om 1,5°C behöver den förnybara elproduktionen öka med ca 1 000 TWh/år. Det är 7 Sverige varje år eller ett helt USA vart tredje! Den mest påtagliga effekten av omställningen är att planerbar kraftproduktion såsom kol- och kärnkraft, ersätts av väderberoende vind- och solkraft. Elen kommer när man får den och inte när man behöver den! Detta skapar ett behov för energi som är både förnybar och planerbar. Phoenix BioPower utvecklar nu en teknikplattform som möter dessa behov och är samtidigt tillräckligt effektiv för att vara konkurrenskraftig och lönsam.

Dagens biokraft är egentligen avancerade ångmaskiner. Det är en över 200 år gammal princip som har nått gränsen för vad den kan leverera i frågan av effektivitet och konstandeffektivitet för elproduktion. Eftersom så mycket värme produceras är möjligheten att få ersättning för värmeproduktionen det som styr produktionen, inte elbehovet. Det BTC tekniken (Biomass Fired TopCycle) kommer att göra är att revolutionera denna marknad.

Effektbristen är ett nytt problem som seglat upp i norra Europa de senaste 2-3 åren; att det inte finns el att tillgå när man behöver den. Sverige har byggt sin industri och en stor del av välståndet på tillgång till billig, tillförlitlig och ren el. Med de förändringar genom elektrifiering, utbyggnad av vindkraft och utfasning av planerbar produktion som vi sett de senaste 20 åren och blickar framåt mot hur planerna ser ut till 2040, ser åtminstone jag stora problem. Det blir dyrt när det inte blåser...

Vätgasen kommer utgöra en viktig faktor i omställningen från fossilt till förnybart, särskilt inom industrin. Produktionen av vätgas är idag till 99,3 % baserad på fossila ämnen. Förväntningarna ligger nu på att förnybar energi skall användas för att producera förnybar vätgas för framtidens energisystem och fossilfria industri. För att omvandla vätgas till el i riktigt stor skala är den effektivaste tekniken gasturbiner. Utmaningen med vätgas är att den reagerar mycket snabbt och brinner med väldigt hög temperatur. Genom den höga ångblandningen som Top Cycle turbinen har, blir förbränningen långsam och värmespridningen jämn och kan därför hantera de problem som vätgas innebär. Turbinen blir effektivare och skadliga utsläpp lägre.



Våra samarbeten med industriella- och branschaktörer har ökat under framförallt 2020 då vi inlett inte mindre än 4 förstudier och ett samutvecklingsprojekt. Förstudierna gäller tillämpning av vår teknik i två olika förutsättningar, om gasturbinutveckling samt vår planerade pilotanläggning i 1/10 skala tillsammans med Tekniska Verken i Linköping. Dessa ger oss inte bara tillgång till marknadskunskap för olika förutsättningar, men även en början på utveckling på komponentnivå. Vi ser detta som ett tecken på marknadens ökade intresse för det som vår tekniska plattform erbjuder och hur den passar in i det framtida energisystemet.

Sedan vi lanserade vårt utvecklings- och kommersialiseringsprogram 2018 har bolaget växt och vi är idag 14 personer i teamet och räknar med att bli några till innan året är slut. Vi sysselsätter även nästan lika många som externa konsulter eller forskare vid KTH och TU Berlin. Så även om vi är ett litet och fokuserat team håller vi högt tempo i vår utveckling. Vi har byggt vårt team utefter de kompetenser vi behöver och har nu ett väl samspelt team som vi bygger vidare på

**”DET VI KOMMER GÖRA MED VÅR TEKNIK
ÄR ATT REVOLUTIONERA MARKNADEN
FÖR KRAFTVÄRME I ALLMÄNHET OCH
BIOKRAFT I SYNNERHET.”**

Att utveckla ny biokraftteknik och gasturbinteknik tar tid och kräver kapital. Med denna emission avser vi accelerera vår utveckling och fortsätta vår utvecklingsbana mot kommersialisering. Nyckelområden är förgasnings-, gasturbin- och förbränningsteknik samt anläggningsintegration. Detta bygger vidare på de pågående förstudierna och kommer ske parallellt med ytterligare förstudier tillsammans med marknadsaktörer vilka ska utgöra bas för kommersiella partnerskap.

Framtiden ser spännande ut och vi tar oss an denna utmaning med en stark övertygelse om att vi kommer att lyckas. Vi är fortfarande övertygade om att vår teknik inom 10 år kommer vara förstavalet för storskalig biokraft, både i Sverige och internationellt, och för storskalig kraftproduktion i kombination med koldioxidinfångning. Det är med denna övertygelse vi bjuder in Dig att vara med på vår resa.



Välkommen!

Hälsningar,
Henrik Båge
VD

Villkor och anvisningar

Erbjudandet i korthet

Nuvarande aktieägare med företrädare, övriga allmänheten i Sverige och institutionella investerare inbjuds att teckna aktier i Phoenix Biopower AB (publ) under perioden 8 mars 2021 till och med den 22 mars 2021 till en teckningskurs om 10,15 kronor per aktie. Erbjudandet omfattar teckning av aktier till ett belopp om totalt cirka 14,8 MSEK vilket motsvarar 1 461 676 B-aktier till den fastställda emissionskursen 10,15 SEK per aktie.

Vid stort intresse kan styrelsen besluta om Övertilldelning genom en separat riktad emission om som mest 8,5 MSEK motsvarande 838 400 B-aktier. Vid en eventuell Övertilldelning beslutar styrelsen om tilldelning.

Företrädesrätt till teckning

Den som på avstämningsdagen den 26 februari 2021 är aktieägare i Bolaget äger företrädesrätt att teckna aktier i Bolaget utifrån befintligt aktieinnehav i Bolaget.

Teckningsrätter (TR)

Aktieägare i Bolaget erhåller för varje befintlig A eller B-aktie en (1) teckningsrätt. Det krävs tio (10) teckningsrätter för att teckna en (1) ny aktie. Ingen handel med teckningsrätter och BTA kommer att ske. Teckningsrätten har ISIN-kod SE0015504378 och BTA har ISIN-kod SE0015504386.

Teckningskurs

De nya aktierna emitteras till en kurs om 10,15 kronor per aktie, motsvarande ett bolagsvärde på 148 MSEK före emissionen. Det tillkommer inget courtage eller skatter på beloppet. Emissionskursen är fastställd av bolagsstämman och baserar sig på aktuellt affärsläge i kombination med en bedömning utifrån Bolagets potential och framtidsutsikter.

Avstämningsdag

Avstämningsdag hos Euroclear Sweden AB, (VPC) för rätt till deltagande i emissionen är den 26 februari 2021.

Antal aktier i erbjudandet

Erbjudandet omfattar högst 1 461 676 B-aktier, samtliga med en (1) röst per aktie och med samma rätt till Bolagets vinst. Vid fullteckning kommer antalet aktier i serie B i Bolaget att öka från nuvarande 4 116 764 till 5 578 440 aktier. Utspädningen för aktieägare som inte deltar i emissionen kommer att bli cirka 10%, beräknat som antalet nya aktier dividerat med det totala antalet aktier före fulltecknad nyemission, exklusive överteckningsoptionen.

Teckningstid

Teckning av nya aktier skall ske på nedan angivet sätt under perioden 2021-03-08 – 2021-03-22 med rätt för styrelsen att förlänga teckningstiden. Efter teckningstidens utgång blir utnyttjade teckningsrätter ogiltiga och förlorar därefter sitt värde. Efter teckningstiden kommer utnyttjade teckningsrätter, utan avisering från Euroclear (VPC), att bokas bort från aktieägarnas VP-konton.

Emissionsredovisning och anmälningsmedel

Direktregistrerade aktieägare

De aktieägare eller företrädare för aktieägare som på ovan nämnda avstämningsdag är registrerade i den av Euroclear för Bolagets räkning förda aktieboken, erhåller förtryckt emissionsredovisning

med anmälningsmedel samt informationsbroschyr. VP-avi som redovisar registreringen av teckningsrätter på aktieägares VP-konto utsändes ej.

Förvaltarregistrerade aktieägare

Aktieägare vars innehav av aktier i Bolaget är förvaltarregistrerade hos bank eller annan förvaltare erhåller informationsbroschyr. Teckning och betalning med respektive utan företrädesrätt skall ske i enlighet med anvisningar från respektive bank.

Teckning med stöd av företrädesrätt

Teckning med stöd av företrädesrätt skall ske genom samtidig kontant betalning senast den 22 mars 2021. Teckning genom betalning skall göras antingen med den, med emissionsredovisningen utsända, förtryckta inbetalningsavin eller med den inbetalningsavi som är fogad till den särskilda anmälningsmedeln 1, i enlighet med följande alternativ:

1) Inbetalningsavi

I de fall samtliga på avstämningsdagen erhållna teckningsrätter utnyttjas för teckning skall endast den förtryckta inbetalningsavin användas som underlag för teckning genom kontant betalning. Särskild anmälningsmedel 1 skall då ej användas. Observera att teckning är bindande.

2) Särskild anmälningsmedel 1

I de fall teckningsrätter förvärfvas eller avyttras, eller av annan anledning omfattar ett annat antal teckningsrätter än vad som framgår av den förtryckta emissionsredovisningen utnyttjas för teckning, skall den särskilda anmälningsmedeln användas som underlag för teckning genom kontant betalning. Aktieägaren skall på särskild anmälningsmedel 1 uppge det antal aktier som denne tecknar sig för och på inbetalningsavin fylla i det belopp som skall betalas. Betalning sker således genom utnyttjande av inbetalningsavin. Ofullständig eller felaktigt ifylld anmälningsmedel kan komma att lämnas utan avseende. Observera att teckning är bindande.

Särskild anmälningsmedel 1 kan erhållas från Aktieinvest FK AB på nedanstående telefonnummer. Ifylld anmälningsmedel skall i samband med betalning skickas eller lämnas på nedanstående adress och vara Aktieinvest FK AB tillhanda senast klockan 17:00 den 22 mars 2021. Det är endast tillåtet att insända en (1) särskild anmälningsmedel 1. I det fall fler än en anmälningsmedel insändes kommer enbart den sist erhållna att beaktas. Övriga anmälningsmedel kommer således att lämnas utan avseende. Observera att teckning är bindande.

Aktieinvest FK

Emittentservice
BOX 7415
103 91 Stockholm
Tel: 08-5065 1795
E-post: emittentservice@aktieinvest.se

Teckning utan företrädesrätt

Teckning av aktier utan stöd av företrädare skall ske under samma period som teckning av aktier med företrädesrätt, det vill säga från och med den 8 mars 2021 till och med den 22 mars 2021. Anmälan om teckning utan företrädesrätt görs genom att Särskild anmälningsmedel 2 ifylls, undertecknas och skickas Aktieinvest FK AB på adress enligt

ovan eller till förvaltaren. Minsta teckningspost utan företrädesrätt är 1 000 aktier och därefter i multiplar om 200 aktier.

Någon betalning skall ej ske i samband med anmälan om teckning av aktier utan företrädesrätt, utan sker i enlighet med vad som anges nedan. Särskild anmälningsedel 2 skall vara Aktieinvest FK AB tillhanda senast klockan 23.59 den 22 mars 2021. Det är endast tillåtet att insända en (1) Särskild anmälningsedel 2. I det fall fler än en anmälningsedel insändes kommer enbart den sist erhållna att beaktas. Övriga anmälningsedlar kommer således att lämnas utan hänsenande. Observera att anmälan är bindande. Är depån kopplad till en kapitalförsäkring eller ett investeringssparkonto (ISK) var vänlig kontakta din förvaltare för teckning.

OBS! Teckning kan även ske elektroniskt med BankID. Gå in på www.aktieinvest.se/phoenix2021 och följ instruktionerna.

Tecknare med depå: För att återropa subsidiär företrädesrätt måste teckningen gå via samma förvaltare som teckningen med företrädesrätt.

Tilldelning vid teckning utan företrädesrätt

För det fall att nyemissionen inte blir fulltecknad genom teckning med stöd av teckningsrätter kommer tilldelning att ske av aktier utan stöd av teckningsrätter. Besked om eventuell tilldelning av aktier tecknade utan företrädesrätt lämnas genom översändande av tilldelningsbesked i form av en avräkningsnota. Likvid skall erläggas senast den dag som framkommer av avräkningsnotan. Något meddelande lämnas ej till den som inte erhållit tilldelning. Erläggs ej likvid i rätt tid kan aktierna komma att överlåtas till annan. Skulle försäljningspriset vid sådan överlåtelse komma att understiga priset enligt detta erbjudande, kan den som ursprungligen erhållit tilldelning av dessa aktier komma att få svara för hela eller delar av mellanskillnaden.

Tilldelning sker på följande grunder: I första hand ska tilldelning av aktier som tecknats utan stöd av teckningsrätter ske till dem som var aktieägare på avstämningsdagen och som på sin anmälan angivit detta och återopat subsidiär företrädesrätt. Om tilldelning inte kan ske fullt ut ska tilldelning ske pro rata i förhållande till det antal aktier var och en av tecknarna äger och, i den mån detta inte kan ske, genom lottnings.

I andra hand ska tilldelning av aktier som tecknats utan stöd av teckningsrätter ske till övriga som anmält sig för teckning utan stöd av teckningsrätter. Om tilldelning till dessa inte kan ske fullt ut ska tilldelning ske pro rata i förhållande till det antal aktier som var och en anmält för teckning och, i den mån detta inte kan ske, genom lottnings.

Vänligen observera: Förvaltarregistrerade (depå-) tecknare, som vill öka sannolikheten att få tilldelning utan företrädesrätt genom att även teckna aktier med företrädesrätt, måste dock teckna aktier utan företrädesrätt genom samma förvaltare som de tecknat aktier med företrädesrätt. Annars finns det vid tilldelningen ingen möjlighet att identifiera en viss tecknare som tecknat aktier såväl med som utan stöd av teckningsrätter.

Aktieägare bosatta i utlandet

Aktieägare bosatta utanför Sverige (avser dock ej aktieägare bosatta i USA, Kanada, Nya Zeeland, Sydafrika, Japan, Australien, Sydkorea, Hong Kong, Schweiz, Singapore eller något annat land där distributionen eller denna inbjudan kräver ytterligare prospekt, registreringsåtgärder eller andra åtgärder än de som följer svensk rätt eller strider mot regler i sådant land) och vilka äger rätt att teckna aktier i nyemissionen, kan vända sig till Aktieinvest FK AB på telefon enligt ovan för information om teckning och betalning.

Tilldelning av teckningsrätter och utgivande av nya aktier vid utnyttjande av teckningsrätter till personer som är bosatta utanför Sverige kan påverkas av värdepapperslagstiftningar i sådana länder. Med anledning härav kommer, med vissa undantag, aktieägare som har sina befintliga aktier direktregistrerade på VP-konton och har registrerade adresser i till exempel USA, Kanada, Nya Zeeland, Sydafrika, Japan, Australien, Sydkorea, Hong Kong, Schweiz eller Singapore inte att erhålla detta memorandum. De kommer inte heller att erhålla några teckningsrätter på sina respektive VP-konton.

Betald tecknad aktie (BTA)

Teckning genom betalning registreras hos Euroclear Sweden AB (VPC) så snart detta kan ske, vilket normalt innebär några bankdagar efter betalning. Därefter erhåller tecknaren en VP-avi med bekräftelse på att inbokning av betalda tecknade aktier (BTA) skett på tecknarens VP-konto. De nytecknade aktierna är bokförda som BTA på VP-kontot tills nyemissionen blivit registrerad hos Bolagsverket.

Leverans av aktier

Registrering av nya aktier förväntas ske hos bolagsverket under första halvan av april 2021. Därefter ombokas BTA till aktier utan särskild avisering från Euroclear Sweden AB. För de aktieägare som har sitt aktieinnehav förvaltarregistrerat kommer information från respektive förvaltare.

Handel i aktien

Det finns idag ingen handel i aktien. Styrelsens målsättning är att när bolaget bedöms moget ansöka om notering av aktien på en reglerad marknadsplats i Sverige.

Utdelning

De nya aktierna berättigar till utdelning fr.o.m. avstämningsdagen för den utdelning som beslutas närmast efter den aktuella nyemissionens registrering. Samtliga aktier har samma rätt till utdelning. Några begränsningar i rätten till utdelning finns inte. Utbetalning av eventuell utdelning ombesörjs av Euroclear Sweden AB eller, avseende förvaltarregistrerade innehav, i enlighet med respektive förvaltares rutiner. Om aktieägare inte kan nås kvarstår aktieägarens fordran på Bolaget avseende utdelningsbelopp och begränsas endast genom regler om preskription.

Offentliggörande av utfallet i emissionen

Snarast möjligt efter att teckningstiden avslutats, omkring den 25 mars 2021, kommer Bolaget att offentliggöra utfallet av emissionen. Offentliggörande kommer att ske genom pressmeddelande och finnas tillgängligt på Bolagets hemsida.

Information om behandling av personuppgifter

Den som förvärvar aktier i Erbjudandet kommer att lämna uppgifter till Aktieinvest FK AB. Personuppgifter som lämnats till Aktieinvest kommer att behandlas i datasystem i den utsträckning som behövs för att tillhandahålla tjänster och administrera kundarrangemang. Även personuppgifter som inhämtas från annan än den kund som behandlingen avser kan komma att behandlas. Det kan också förekomma att personuppgifter behandlas i datasystem hos företag eller organisationer med vilka Aktieinvest samarbetar. Information om behandling av personuppgifter lämnas av Aktieinvests kontor, vilka också tar emot begäran om rättelse av personuppgifter. Adressinformation kan komma att inhämtas av Aktieinvest genom en automatisk process hos Euroclear Sweden.

Viktig information om LEI och NID

Som en följd av MiFID II/MIFIR, behöver alla juridiska och fysiska personer ett LEI-nummer (Legal Entity Identifier) respektive NID-nummer (Nationellt ID) för att kunna genomföra värdepapperstransaktioner efter den 3 januari 2018. Ett LEI-nummer är en global identifierings-

kod för juridiska personer och NID är en global identifieringskod för fysiska personer.

Investerare som vill ansöka om teckning av aktier utan företrädesrätt måste inneha ett LEI-nummer (juridiska personer) eller en NID-kod (fysiska personer). Emissionsinstitutet har rätt att helt bortse från teckningsanmälningar om ett LEI-nummer eller en NID-kod (beroende på vad som är tillämpligt) inte har tillhandahållits vid teckningsanmälan.

En juridisk person som saknar LEI-nummer bör ansöka om ett LEI-nummer i god tid innan anmälan om teckning utan företrädesrätt då det föreligger en administrativ handläggningstid hos leverantörer av LEI-nummer. En fysisk person med enbart svenskt medborgarskap har ett NID-nummer bestående av "SE" följt av sitt personnummer. Vid utländskt medborgarskap måste NID-numret säkerställas genom gängse kanaler.

Aktiebok

Bolagets aktiebok med uppgift om aktieägare hanteras av Euroclear Sweden AB, Box 191, 101 23 Stockholm.

Tillämplig lagstiftning

Aktierna är denominerade i SEK, ges ut under aktiebolagslagen (2005:551) och regleras av svensk rätt. Aktieägares rättigheter avseende vinstutdelning, rösträtt, företrädesrätt vid nyteckning av aktie med mera styrs dels av Bolagets bolagsordning som finns tillgänglig såväl i detta Prospekt som på Bolagets hemsida och dels av aktiebolagslagen (2005:551).

Övrig information

Detta Informationsmemorandum har upprättats av styrelsen för Bolaget som också svarar för marknadsföring av emissionen. För administrativa tjänster i samband därmed samt likvider och registrering av aktier i Euroclear Sweden AB:s, system, svarar Aktieinvest FK AB, som inte har några intressen i Bolaget utöver detta uppdrag. Aktierna i Phoenix BioPower är inte föremål för erbjudande som lämnats till följd av budplikt, inlösenrätt eller lösningsskyldighet. Det har inte förekommit något offentligt uppköpserbjudande under innevarande eller föregående räkenskapsår. Nyemitterade aktier berättigar till samma andel av Bolagets vinst och eventuell utdelning, även vid likvidation som tidigare aktier. Nyemitterade aktier är av serie B. med en (1) röst per aktie. I Bolaget finns även A-aktier vilka har tio (10) röster per aktie. En sammanställning av röstförhållandet i bolaget finns under avsnittet Aktiekapitalets utveckling under avsnitt 2.6. Aktieägarnas rättigheter avseende vinstutdelning, rösträtt, företrädesrätt vid nyteckning av aktie med mera styrs av Bolaget bolagsordning vilken finns återgiven i sin helhet i appendix 2 till detta IM.

I det fall ett för stort belopp betalats in av en tecknare kommer Aktieinvest FK att ombesörja att överskjutande belopp återbetalas. Belopp understigande 100 SEK kommer dock inte att utbetalas. Ofullständig eller felaktigt ifylld anmälningsedel kan komma att lämnas utan avseende. Om teckningslikviden inbetalats för sent eller är otillräcklig kan anmälan om teckning också komma att lämnas utan avseende. Erlagd emissionslikvid kommer då att återbetalas.



Riskfaktorer

Om någon av följande risker inträffar kan det få en väsentligt negativ inverkan på Bolagets verksamhet, finansiella ställning och resultat. I sådana fall kan värdet på Bolagets aktier falla och investerare kan förlora värdet av hela eller delar av sin investering.

De risker som beskrivs nedan är inte de enda risker som Bolaget är utsatt för. Ytterligare risker som Bolaget för närvarande inte känner till eller som Bolaget för närvarande, baserat på sedvanlig riskanalys, ej anser vara väsentliga, kan också på ett negativt sätt påverka verksamheten, den finansiella ställningen och resultatet. De enskilda riskfaktorerna presenteras utan inbördes ordning, både vad gäller sannolikheten för att en risk ska realiseras och dess betydelse.

Memorandumet innehåller också framåtblickande uttalanden som är beroende av framtida risker och osäkerheter. Bolagets resultat kan komma att skilja sig avsevärt från vad som anges i de framåtriktade uttalandena till följd av många olika faktorer, däribland men inte begränsat till, de risker som beskrivs nedan och på annan plats i detta Memorandum.

BRANSCH- OCH MARKNADSRELATERADE RISKER

Bolaget är exponerat mot konjunktur- och valutaförändringar.

Externa faktorer såsom inflation, valuta och ränteförändringar, tillgång och efterfrågan samt låg- och högkonjunktur kan ha inverkan på rörelsekostnader och försäljningspriser. Bolagets framtida intäkter kan påverkas negativt av dessa faktorer, vilka står utom Bolagets kontroll och kan ha en väsentligt negativ inverkan på verksamheten och den finansiella ställningen.

Bolaget har begränsad intjäningsförmåga och kommer att behöva ytterligare externt kapital.

Bolaget bildades i november 2016 och har hittills uppvisat begränsade vinster. Bolagets framtida resultat är bland annat beroende av Bolagets förmåga att kommersialisera BTC teknologin och uppnå en tillfredsställande marknadsnärvaro. Utsikterna för detta påverkas bland annat av Bolagets utvecklings-, kommersialisering- och marknadsföringsarbete, men även av yttre faktorer såsom utvecklingen på marknaden för Bolagets produkter och den generella ekonomiska utvecklingen i världen.

Bolaget har i dagsläget begränsade intäkter och står inför en expansiv utvecklingsfas vilket är kapitalkrävande. Bolaget kommer därför även i framtiden komma att vara i behov av att finansiera sin tillväxt via externt kapital. Bolagets möjlighet att tillse eventuella framtida kapitalbehov är beroende av Bolagets förutsättningar att kunna erhålla offentligt stöd, uppta lånefinansiering samt det allmänna marknadsläget för kapitalanskaffning. Det är inte säkert att Bolaget kommer att kunna anskaffa önskvärt kapital på attraktiva villkor, eller överhuvudtaget. Om Bolaget inte kan få tillgång till ytterligare finansiering, eller inte kan få sådan finansiering på skäligena villkor, kan detta komma att ha en negativ effekt på verksamheten, den finansiella ställningen och resultatet.

Risker relaterade till internationell verksamhet

Bolagets verksamhet är utsatt för risker till följd av att verksamheten förväntas riktas till olika länder, främst inom Europa men även till Nordamerika och Asien. Därmed kan det framtida resultatet påverkas av en rad faktorer, bland annat juridiska, skatte- eller ekonomiska

pålagor på Bolaget, förändringar i ett lands politiska och ekonomiska förhållanden, handelsrestriktioner och krav på import- och exportlicenser samt otillräckligt skydd av immateriella rättigheter. Det finns en risk att dessa faktorer skulle kunna få en väsentligt negativ inverkan på verksamheten, den finansiella ställningen och ställningen i övrigt.

Risker relaterade till den pågående pandemin av Covid -19 och pandemier generellt

Den pågående pandemin av Covid -19 har visat världens sårbarhet för pandemier och hur snabbt världsekonomin kan påverkas. Konsekvenserna av Covid -19 har hittills varit begränsade för Bolaget men det kan inte uteslutas att fortsatt osäkerhet kan komma att förse- na investeringsbeslut, förändra eller påverka beslut om energikällor eller få långtgående konsekvenser för allmän konjunktur. Allt detta är faktorer som skulle kunna få negativ effekt på Bolages verksamhet och den finansiella ställningen och resultatet.

Bolaget är beroende av BTC Teknologin

Bolagets fortsatta tillväxt bygger på att BTC teknologin skyddas av patent. Det finns en risk att något annat bolag lanserar en konkurrerande produkt som är bättre och/eller billigare än BTC teknologin, eller att konkurrenter har starkare marknadsposition och finner alternativa och effektivare lösningar. I och med att BTC teknologin är Bolagets huvudsakliga produkt skulle detta kunna förändra förutsättningarna för Bolagets expansion och därmed påverka verksamheten och resultatet negativt.

Immateriellt skydd

Bolagets framtida framgång beror på dess förmåga att kommersialisera BTC teknologin, förmågan att hålla jämna steg med teknologiska förändringar och att lyckas uppfylla de nya krav som ställs på den marknad Bolaget förväntas vara verksam inom.

Samtidigt som patent skyddar resultatet av utvecklingsinsatser innebär de också att tekniken offentliggörs, vilket kan leda till att konkurrenter får del av Bolagets utvecklingsinsatser. Det finns en risk för att befintligt och framtida immateriellt skydd inte fullgott skyddar det kommersiella resultatet av Bolagets utvecklingsarbete, och att utvecklingsarbetet inte kan omsättas i tekniska och kommersiella framgångar. Det finns även en risk att ansökta patent inte kommer att beviljas eller att befintliga patent kommer att ifrågasättas.

Om Bolaget misslyckas med att kommersialisera och skydda resultatet av sitt utvecklingsarbete kan detta negativt påverka Bolagets resultat, verksamhet och finansiella ställning i övrigt.

Risk att BTC teknologin inte uppnår önskvärd marknadspenetration

Bolaget avser att tillverka, distribuera eller licensiera ut produktions- tekniken för BTC teknologin till olika marknader. Det finns en risk att de produkter som Bolaget utvecklat inte får det positiva mottagande på marknaden som förväntats och att tiden till acceptans för produkten blir längre än väntat, detta kan resultera i höga kostnader för att nå önskad marknadspenetration. För det fall Bolaget inte når ett kommersiellt genombrott kan detta få negativa konsekvenser för verksamheten och den finansiella ställningen.

RISKER I BOLAGETS VERKSAMHET OCH ORGANISATION

Risker avseende den finansiella rapporteringen

Det finns risk att fel i Bolagets finansiella rapportering medför nedskrivningsbehov. Den väsentligaste risken för fel i den finansiella rapporteringen avser främst redovisat värde på immateriella anläggningstillgångar vilket skulle ha en väsentligt negativ inverkan på den finansiella ställningen och resultatet.

Bolaget är beroende av att rekrytera och behålla nyckelpersoner och övrig personal

Bolagets framgång är till stor del beroende av dess fortsatta förmåga att identifiera, rekrytera, anställa och behålla kvalificerade och erfarna ledande befattningshavare och andra nyckelpersoner. Förlust av kvalificerade nyckelpersoner kan resultera i förlust av viktig kompetens och kan väsentligen fördröja eller förhindra utvecklingen och genomförandet av affärsplanen. Bolaget planerar vidare expansion av verksamheten med tillväxt de kommande åren vilket innebär att den befintliga organisationen gradvis kommer att behöva utökas. Om Bolaget misslyckas med att utöka organisationen i takt med verksamhetens behov på alla områden finns risk för att vissa funktioner blir eftersatta vilket i förlängningen kan påverka tillväxten negativt. Det finns således en risk att en alltför expansiv verksamhet samt en oförmåga att behålla och rekrytera kvalificerade och erfarna nyckelpersoner skulle kunna få en väsentligt negativ inverkan på verksamheten, resultatet och den finansiella ställningen.

Bolaget är föremål för tekniska risker avseende utvecklingen av BTC Teknologin

Utvecklingskostnader hänförliga till verksamheten såsom tids- och kostnadsaspekter kan vara svåra att på förhand fastställa med säkerhet, särskilt i kommersialiseringsarbetet med BTC Teknologin varvid Bolaget kan komma att bedriva utvecklingsarbete i syfte att studera och utvärdera effekten av potentiella nya produkter. Det finns dessutom en risk att svagheter eller problem med BTC Teknologin ännu inte upptäckts och att dessa svagheter och problem endast kan åtgärdas till betydande kostnader. Resultatet av utvecklingsarbete kan vara ovisst och därtill leda till att koncept, undersökningar eller produkter måste vidareutvecklas, vilket innebär att nytt kompletterande utvecklingsarbete kan komma att behöva utföras till betydande kostnader eller att den specifika produktutvecklingen helt läggs ned. Utvecklingen av BTC Teknologin kan medföra tekniska problem som gör att det tar längre tid än planerat att kommersialisera teknologin och att kostnaderna för Bolaget blir högre än planerat, både till följd av ökade kostnader under utvecklingsfasen och till följd av försenad marknadsintroduktion, vilket i så fall skulle inverka negativt på verksamheten, den finansiella ställningen och resultatet.

Bolaget är beroende av produkternas varumärken

Ett bolags produktvarumärken och vad dessa förknippas med har stor betydelse för möjligheterna att sluta avtal med både kunder och leverantörer. Till exempel kan kvalitetsproblem, logistiska eller operativa, samt miljöproblem leda till att produktens varumärke skadas och därigenom leda till svårigheter att attrahera nya kunder och samarbetspartners. Dessutom finns risken att anställda eller andra företrädare vidtar åtgärder som är oetiska, kriminella eller i strid med de interna riktlinjerna och policyerna. Detta kan resultera i att kunder

och leverantörer associerar Bolagets produkter med sådana åtgärder vilket kan ha en väsentligt negativ inverkan på produkterna. Om varumärket på produkten skadas kan det leda till att Bolaget förlorar försäljnings- eller tillväxtpotentialer och kan således resultera i en väsentligt negativ inverkan på verksamheten, framtidsutsikterna, resultatet och den finansiella ställningen.

Bolaget är beroende av sekretess och sakkunskap

Bolaget är beroende av sekretess och sakkunskap i sin verksamhet. Det kan inte uteslutas att Bolagets anställda, konsulter, rådgivare eller andra personer agerar i strid med sekretessåtaganden avseende konfidentiell information, eller att konfidentiell information avslöjas på annat sätt och utnyttjas av konkurrenter vilket i så fall skulle inverka negativt på verksamheten och resultatet. Samma risk gäller för de samarbeten Bolaget ingått i syfte att ansöka om bidrag för sin verksamhet. Här tillkommer risken för att dessa samarbeten inte fungerar eller att något av avtalen av annat skäl upphör vilket skulle inverka negativt på verksamheten och resultatet.

Bolaget är beroende av de tillstånd som ställs för verksamheten

Skulle Bolaget brista i fullgörandet av kontrollerande myndigheters krav inom den verksamhet som bedrivs, exempelvis inom miljö och hälsa, eller inte uppfylla eventuellt framtida förändrade krav kan försättningsarna för bedrivandet av verksamheten rubbas och därmed riskera att påverka resultatet och den finansiella ställningen negativt.

Försäkringsskydd kan visa sig otillräckligt

Det finns en risk för att förluster uppstår eller att krav framställs som går utöver vad som täcks av nuvarande försäkringsskydd. Om försäkringsskyddet visar sig otillräckligt finns det en risk att detta påverkar verksamheten och den finansiella ställningen negativt.

Bolagets skattesituation kan förändras på grund av skatterevisjoner

Bolaget är, från tid till annan, föremål för skattegranskningar, men har hittills inte varit föremål för någon fullständig skatterevisjon. Det finns en risk för att skatterevisjoner eller granskningar kan resultera i en minskning av Bolagets skattemässiga underskott och/eller att något bolag inom Bolaget påförs tillkommande skatt. Detta kan få en negativ inverkan på resultatet, verksamheten och den finansiella ställningen i övrigt.

Bolaget kan komma att bli föremål för tvister

Bolaget kan från tid till annan bli föremål för rättsprocesser inom ramen för sin verksamhet. Sådana rättsprocesser kan exempelvis gälla intrång i immateriella rättigheter, avtalsfrågor eller produktansvarsfrågor. Tvister och anspråk kan vara tidskrävande, störa den löpande verksamheten, avse betydande belopp eller principiellt viktiga frågor samt medföra betydande kostnader, och därmed inverka negativt på verksamheten, den finansiella ställningen och resultatet.

RISKER RELATERADE TILL AKTIEN

Begränsad likviditet i Bolagets aktie

Phoenix BioPower är ett onoterat bolag där reglerad och organiserad handel inte förekommer. Bolaget har som ambition att bolagets akter skall handlas på en reglerad marknadsplats när styrelsen bedömer bolaget moget.

Ägare med betydande inflytande

Ett fåtal aktieägare utövar genom sitt ägande ett väsentligt inflytande i ärenden som kräver godkännande av aktieägarna på bolagsstämma, däribland utnämning och avsättning av styrelseledamöter och eventuella förslag till fusioner, konsolidering eller försäljning av tillgångar och andra företagstransaktioner. Detta inflytande kan vara till nackdel för aktieägare vars intressen skiljer sig från storaktieägarnas intressen. Även andra ägare kan, beroende på hur ägarförhållandena i Bolaget kommer att se ut, komma att inneha eller senare skaffa sig innehav av sådan storlek att det kan ha betydelse för inflytandet över Bolaget. Bolaget har A och B aktier med olika röstvärde men samma rätt till utdelning. A aktien har 10 röster och B aktier 1 röst. Detta påverkar aktieägares möjlighet till påverkan på bolagets utveckling.

Det är inte säkert att Bolaget i framtiden kan lämna utdelning

Bolaget har hittills inte lämnat utdelning. Det är idag osäkert när Bolaget kan komma att lämna vinstutdelning, eller om vinstutdelning kommer att lämnas överhuvudtaget. Framtida erbjudanden av aktier och aktierelaterade värdepapper kan negativt påverka bolagets möjlighet att lämna utdelning

Bolagets värdering och leda till utspädning

Med tanke på Bolagets expansionsplaner är det inte otänkbart att Bolaget i framtiden kan komma att anskaffa ytterligare kapital genom utgivande av aktierelaterade värdepapper såsom aktier, teckningsoptioner eller konvertibla skuldebrev. En sådan emission av ytterligare värdepapper kan leda till att aktievärderingen går ner och kan leda till utspädning av befintliga aktieägares ekonomiska rättigheter och rösträtt. Föreliggande emission genomförs med företrädesrätt för befintliga aktieägare varför aktieägare som inte deltar i emissionen blir utspädda i förhållande till tidigare ägarandel. Framtida nyemissioner kan också göras utan företräde för befintliga aktieägare, i vilket fall aktieägaren inte har någon möjlighet att skydda sig mot utspädningen. Aktierelaterade värdepapper planeras också att ges ut som del av incitamentsprogram riktat mot anställda i Bolaget, i vilket fall aktieägarna inte heller har möjlighet att skydda sig mot utspädningen. Samtliga utspädningseffekter kan leda till att kursen på aktierna går ner.

Oroligheter på finansmarknaderna till följd av Covid -19.

Den pågående pandemin har orsakat stora svängningar i aktievärlden och på världens börser. Även om Bolagets aktier för närvarande inte är noterade på en marknadsplats kan en framtida notering och värdering i samband med detta påverkas av omständigheter som ligger utanför Bolagets kontroll, exempelvis varianter av den nu pågående pandemin, andra pandemier eller oförutsedda händelser som minskar värdet av en aktie i Phoenix Biopower.

Produkterbudande

Phoenix BioPower utvecklar två revolutionerande tekniker som kombineras i en högeffektiv bikraftanläggning för dubblad elverkningsgrad från biomassa.

I kärnan av denna anläggning finns en ny gasturbinteknik som har hög prestanda, är optimal för både syngas (förgasad biomassa) och vätgasdrift och har överlägsna prestanda för CCS, koldioxidinfångning, alla områden vilka bedöms som mycket stora genom energiomställningen från fossilt. Detta ger att bolaget avser erbjuda produkter, kunskaper och tjänster inom två huvudsakliga områden

- BTC-anläggningen och tillhörande teknik och kunskaper, know-how
- Top Cycle gasturbinen för andra bränslen än fast biomassa, inklusive vätgas

BTC-ANLÄGGNINGEN

BTC-anläggningen för högeffektiv bi kraft erbjuder anläggningsägare och operatörer ett storskaligt förnybart alternativ för planerbar och reglerbar elproduktion, och kraftvärme, till traditionell teknik med låg effektivitet. Detta möjliggör en kraftig ökning av förnybar energi från biomassa som är tillförlitlig, planerbar och konkurrenskraftig då bi kraften blir gångbar i fler marknader globalt.

Genom sin höga effektivitet i elproduktion möjliggör BTC-tekniken renodlade kraftverk (utan värmeproduktion) på platser där bi kraft inte normalt förekommer. Detta då effektiviteten för elproduktion med traditionell teknik är för låg, t ex södra Europa där man saknar fjärrvärme och kan få ersättning för värmeproduktionen.¹ Att göra bi kraften konkurrenskraftig jämfört med fossila bränslen kommer att vara avgörande för att uppfylla målen i klimatavtalet i Paris, både direkt genom produktion, och indirekt, genom att komplettera den intermittenta förnybara elproduktionen när dessa inte producerar, samt leverera stödtjänster för stabilitet i elnäten. Till detta kommer BTC anläggningar uppvisa överlägsna prestanda för BECCS tillämpningar med bibehållen hög elektrisk effektivitet (+45 %) och upp till 70 % lägre kostnad för att fånga in koldioxid. Genom denna lösning uppnår man något som kallas koldioxidnegativa utsläpp, hur konstigt det än låter.²

BTC-anläggningen kommer att erbjudas anläggningsägare och operatörer genom ett nätverk av EPC-entreprenörer/anläggningsbyggare, underleverantörer och partners. Att erbjuda och uppföra ett komplett kraftverk är ingen lätt uppgift och kommer att kräva både globala och lokala partners för ett framgångsrikt genomförande av projektet. Phoenix BioPower syftar inte till att inta rollen som anläggningsbyggare, utan snarare leverantör av viktig utrustning / hårdvara, teknik och know-how. Samutvecklingen har redan påbörjats med Somas inom bränsleventilteknik. Andra BTC relaterade möjligheter till samutveckling diskuteras för närvarande inom bränslehantering, trycksättning och förgasning samt gasturbinkomponenter med ett flertal leverantörer.

GASTURBINEN TOP CYCLE

Parallellt med BTC-anläggningen kommer företaget också utveckla och erbjuda viktig teknik för Top Cycle-gasturbinen för andra bränslen än förgasad biomassa. Bolaget utvecklar även teknik som kan tillämpas på andra gasturbiner. En sådan teknik under utveckling är PACS - Phoenix Advanced Combustion System, ett flexibelt förbrännings-system för mycket höga nivåer av ånga i förbränning för gasturbiner för både mer standardiserade gasturbiner och för Top Cycle. PACS erbjuder en överlägsen lösning för bränslen med hög andel vätgas tillsammans med mycket låga utsläpp och begränsade problem med s.k. flashback.

Två andra viktiga tekniska områden för att möjliggöra framgången för Top Cycle är materialteknik och konstruktionen av högtrycksturbinen, de första stegen efter brännkammaren. Företaget utvärderar olika materiallösningar tillsammans med olika aktörer inom gasturbinbranschen och ser samtidigt över resultaten från de tidigare arbeten som utförts av MTU Aero avseende högtrycksturbinen. Intressant och positivt är att MTU Aero Engines visat intresse för ett framtida deltagande i denna utveckling om ett fungerande kommersiellt arrangemang kan upprättas, något som bolaget arbetar intensivt med. Detta kräver att en ledande OEM identifieras och rekryteras för att leda utvecklingsprojektet. De inledande studier som gjorts tillsammans med ZMT (Zorya-Mashproekt) syftar till just detta, att de kan ta rollen som ledande OEM i denna utveckling. I denna affärsmodell tar flera partners ansvar för olika delar av gasturbinen vad gäller utveckling, tillverkning och eftermarknadstjänster. Under 2021 är den gemensamma målsättningen att genomföra en gemensam förstudie för att ta fram beslutsunderlag för ett utvecklings- och tillverkningsbeslut för en TopCycle gasturbin. Förstudien är planerad att avslutas under hösten/vintern 2021. Ett sådant samarbete skulle möjliggöra stora synergier mellan högteknologisk utveckling och (relativt) låga kostnader.

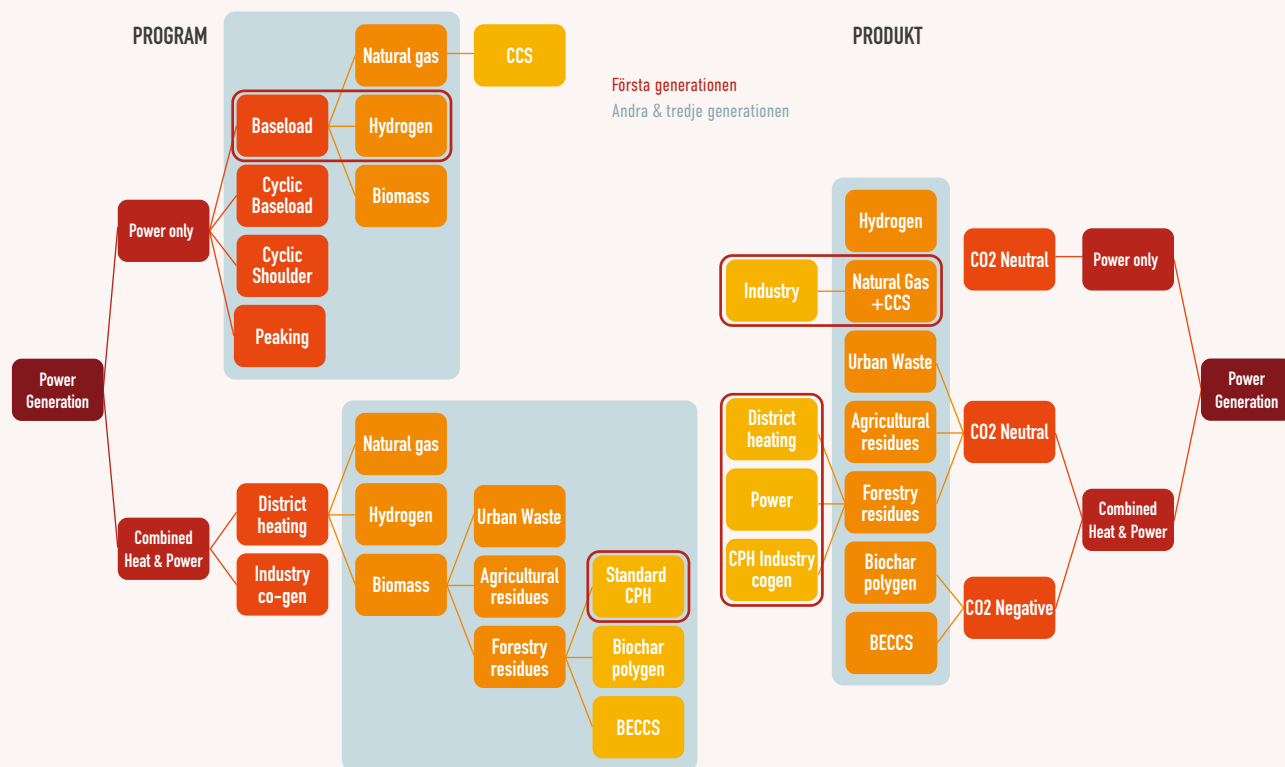
1. Grovt räknat kan man säga att ett traditionellt kraftverk ger 30 % el och 70 % värme av energin i bränslet. Att då inte få ersättning för 70 % av producerad energi gör tekniken normalt olönsam i de lägen ingen ersättning utgår för värmen.

2. Bi kraft räknar som koldioxidneutral då den släpper ut koldioxid som samlats in av växter via fotosyntesen. På sikt fångas denna koldioxid upp av ny biomassa och binds därmed. På så vis anses den vara koldioxidneutral. Genom att fånga in koldioxiden från avgaserna på anläggningen uppstår ett minus i det cirkulära förloppet och annan koldioxid måste fångas in av ny biomassa. På totalen blir det negativt.

VÄG TILL PRODUKTVAL

I **nedanstående schema** illustrerar vi vägen till produktval för de första generationerna av BTC och Top Cycle anläggningarna, där de olika perspektiven för bränsle och tillämpning markeras i matchande applikationer. Detta genom att samma anläggningslösning identifieras från olika perspektiv, t ex behovet av en anläggning som eldas med tillgängliga skogsrester möter en lösning som kan nyttja skogsbränslen som bränslen

För att sammanfatta ovanstående tillsammans med den tekniska utvecklingen för bolaget och mer specifikt den för Top Cycle, har bolaget valt en anläggningsstorlek om 25 MWe som utgångspunkt och produkt för marknadsinträde. Detta då den möter många av kraven och begränsningarna som ställs på en BTC anläggning och en Top Cycle turbin. Av detta skäl kommer alla antaganden och tekniska simuleringar baseras på den storleken om inget annat framgår. I några tidiga beräkningar som förekommer i materialet har utgångspunkten varit en 30 MWe turbin.



Figur 1: Delar grundläggande gasturbin maskin, P25, @ 25 MWe effekt.

PRODUKT FÖR MARKNADINTRÄDE

Under hela Phoenix BioPower arbete med teknikutveckling tillsammans med marknadsundersökningar och tidigare erfarenheter har lett oss att välja en första generations anläggning med en effekt på 25–30 MWe. När vi tittar på anläggningsstorlekar på olika marknader i Europa och Asien ser vi att en anläggning med ett behov av biomassa på 50–60 MWth är rimligt från både logistik- och värmeunderlags perspektiv (ca 1 lastbil/timme). Även nuvarande storlekar på fjärrvärmeverk, både i Norden och utanför, indikerar ett modulärt tillvägagångssätt baserat på 25–30 MWe-moduler kan täcka ett stort programutbud med överlägsna effektivitetsvinster för elproduktion jämfört med den traditionella ångcykeltekniken. Dessutom har vissa bestämmelser om anläggningsstorlek, såsom maximalt 30 MWe i Kina, också beaktats. Mer detaljer om marknadsanalys finns i avsnitt 12-Marknaden.

Förutom beslutet att välja en produktstorlek för marknadsinträde baserat på biomassamarknader, fjärrvärme och regelverk gällande biokraft har vi även tagit hänsyn till marknaden för gasturbiner för gasformiga bränslen vid en kapacitet om 25–30 MWe. Denna produkt är främst riktad för Olja & Gassektorn samt baslastlösningar för specifika industrier och kraftverk. Med ökningen av variabel förnybar energi i energisystemen, kommer mer cyklisk kraftproduktion att krävas, och gasturbiner är optimala för att balansera mot vind-och solenergi. Dessa gasturbiner drivs optimalt med förnybara bränslen tillsammans med CCS³-funktionalitet. Anläggningar med kombicykel mycket dåligt i detta storleksintervall, och i stället är traditionella kolvmotorer och högeffektiva gasturbiner med enkelcykel mer ekonomiskt konkurrenskraftiga.

3. CCS – Carbon Capture and Storage, Teknik för koldioxidavskiljning och lagring.

KORT OM KRAFTVÄRME MED BIOBRÄNSLE

Här beskrivs på en övergripande nivå bakgrunden till BTC-tekniken, dess prestanda och varför den är överlägsen befintlig teknik.

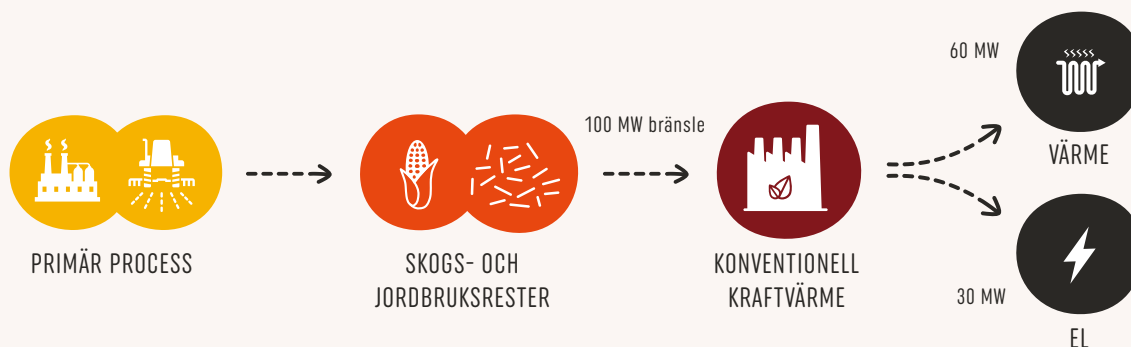
Grundprinciper

Idag produceras över 70 procent av världens el i sk termiska kraftanläggningar eller kraftverk. Här omvandlas bränsle till värme genom förbränning som i sin tur driver en kraftcykel såsom en motor, ångturbin, gasturbin eller liknande. Mängden värme som omvandlas varierar stort mellan olika bränslen och storlek på anläggningen. Effektiviteten kan vara så låg som 15 procent och så hög som 60 procent. Den delen som inte blir till el blir värme, vilken kyls bort med hjälp av, t ex ett kyltorn eller kylaren i din bil. Tar man till vara på värmen i t ex fjärrvärmenät eller en industriell process, kallas anläggningen för ett kraftvärmeverk. Att använda nästan hela bränslets energi i ett kraftvärmeverk jämfört med produktion av el och värme var och för sig, är en av de största effektiviseringsåtgärderna som kan göras globalt, med upp till 70 procent bränslebesparing om man ersätter gamla anläggningar med ny teknik samtidigt.

Figur 2 visar de övergripande principerna för ett bibränsleeldat kraftvärmeverk, eller bi kraftvärmeverk. Dessa anläggningar eldas i Sverige med bi bränsle som är avfall från andra processer, mest från skogsindustrin, medan man i bl.a. Danmark också använder mycket halm. Skogsrester kan vara i form av grenar och toppar, sågspån, bark eller stamved av låg kvalitet. På grund av CO₂-skatter, har bi bränsleteknik blivit dominerande för fjärrvärme- och kraftvärme-produktion i Sverige med konsekvensen att fossila bränslen nästan helt försvunnit.

Nedanstående definitioner och nyckelparametrar kommer användas i detta dokument. Tabellen nedan sammanfattar dessa och relaterar dessa till Figur 4 där tillämpligt. Se även ordlistan på sida 81.

I kraftverkssammanhang refererar man ofta till Carnotverkningsgraden. Detta är den högsta teoretiska verkningsgraden när man omvandlar värme till kraft och är beroende av temperaturskillnaden mellan den varmaste punkten i kraftcykeln (där värmen tillförs) och den kallaste (där värme överförs till omgivningen, dvs kyls av).



Figur 2: Principer för ett kraftvärmeverk som eldas med rester från skogsindustrin och jordbruk. 100 MW bränsle motsvarar 50-60 ton i timmen, eller ungefär två lastbilar. Om verket körs i 5 000 timmar, konsumeras 500 000 MWh och man får 300 000 MWh värme och 150 000 MWh el. Det ger tillräckligt med värme för 20 000 och el till 30 000 genomsnittsvillor.

Begrepp	Definition	Relaterat till Figur 2
MW _e	Eleffekt producerad för en anläggning. Megawatt är en enhet av kraft	30 MW _e
MW _v	Värmeeffekt levererad från en anläggning	60 MW _v
MW _{br}	Den termiska effekten frigjord från bränslet när det förbränns	100 MW _{br}
Elverkningsgrad	Kvoten mellan el producerad och bränsle konsumerad (MW _e /MW _{br})	30 %
Alfavärde	Kvoten mellan el producerad och värme levererad (MW _e /MW _v). Alfa kan varieras med ångcykler för att maximera el eller värmeproduktion.	0.5
Totalverkningsgrad	Förhållandet mellan alla produkter (el & värme) och bränsle konsumerad (MW _e +MW _v)/MW _{br}	90 %
Energitäthet	MW _e delad med luftflöde i processen. Ett tal som används för att jämföra hur kompakt en anläggning kan väntas vara. Oftast indikerar det trenden av kostnad per MW _e	
MWh, TWh	Megawattimmar. Ett mått av mängden energi som är levererad över tid. En terawatt (TWh) är en miljon MWh, en miljard kilowattimmar. T.ex, Sverige konsumerar ca 150 TWh varje år.	150 000 MW _{he} 300 000 MW _{hv}
EJ	Exa-Joule. Också ett mått av hur mycket energi är levererad över tid. T.ex. är den årliga, globala energikonsumtionen är 550 EJ.	
Produktionskostnad	Totalkostnad för anläggningsägaren per kWh el. Inklusive kapital, drift, underhåll, bränsle och övriga material. Kan redovisas med eller utan styrmedel (skatter, osv).	63 öre/kWh
Marginalkostnad	Kostnaden för att producera en kWh el, dvs exklusivt fasta- och kapitalkostnader. En anläggning kan köra om marknadspriset överstiger sina marginalkostnader	77 öre/kWh (utan värmekredit)
LCOE	Levelized Cost of Energy, den engelska definitionen av Produktionskostnad.	63 öre/kWh
Ångcykel	En kraftcykel där vatten kokas vid tryck och vattenången driver en ångturbin medans den expanderar.	
Ångpanna	Ett aggregat där biobränsle eldas och vatten kokas	
Gasturbin	Ett aggregat eller kraftcykel där luft komprimeras och sedan värms av förbränningsprocess och sedan expanderas. Typiskt, så komprimeras dubbel så mycket luft som behövs för förbränningen.	
Kombicykel	En kraftcykel där spillvärme i avgaserna från en gasturbin används för att driva en ångcykel.	
TopCycle	En ny kraftcykel, ägd av Phoenix BioPower, där spillvärme i avgaserna återvinns till gasturbinen i form av vattenånga. Endast den mängd luft som krävs för förbränning komprimeras.	

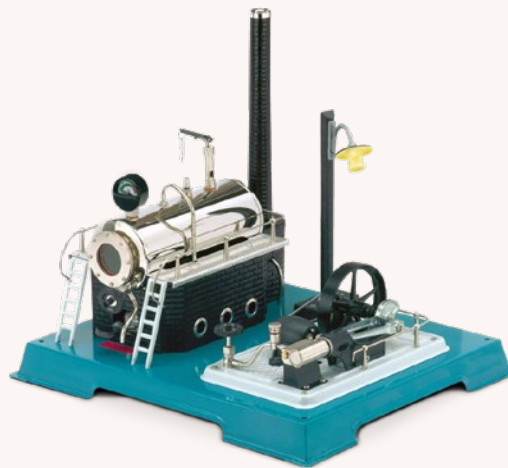
Ångpannor är konventionell teknik

Dagens biokraft är egentligen mycket avancerade ångmaskiner och idag produceras biokraft nästan uteslutande med ångpannor. I ångpannor förbränns biomassa i mycket stora pannor där värmen används för att koka vatten vid högt tryck och generera ånga. Denna ånga driver en turbin, som i sin tur driver generatoren för att producera el.⁴ Typiskt omvandlas en knapp tredjedel av energiinnehållet i biomassa till el, medan upp till två tredjedelar utgör spillvärme, antingen i de avgivna gaserna eller kyltornen. I Sverige återvinns det mesta av värmen för fjärrvärme. För dagens biokraft är det värmeproduktionen som är primär och bestämmer storleken för anläggningen. Det ger att effekten på kraftproduktionen helt styrs av storleken på fjärrvärmenetet och därför också elverkningsgraden på anläggningen.

Ångpannor används också i kolkraftverk och har förbättrats stegvis över 100 år till sina nuvarande nivåer. Moderna kolkraftverk når elverkningsgrader på över 45 procent idag för riktigt stora anläggningar, över 1 000 MW_e, vilka konsumerar 200 ton bränsle i timmen. Biomassanläggningar är dock begränsade i effektiviteten till 25–35 procent⁵, mycket på grund av deras relativt lilla storlek i jämförelse med kolkraftverk. Sveriges största biokraftverk, KV8 i Värtan i Stockholm har en effekt på 130 MW_e, alltså mindre än en 1/6 av de större kolkraftverken.

Den begränsade skalan (en snittanläggning är 30 MW_e) förhindrar avancerade processer som en koleldad anläggning utnyttjar, och dels för att korrosionsproblem i pannan förhindrar ångtemperaturer och tryck som är optimala för hög prestanda. Mycket forskning och utveckling i Sverige och över hela världen har försökt i över 30 år på att öka ångtemperaturen utan framgång.

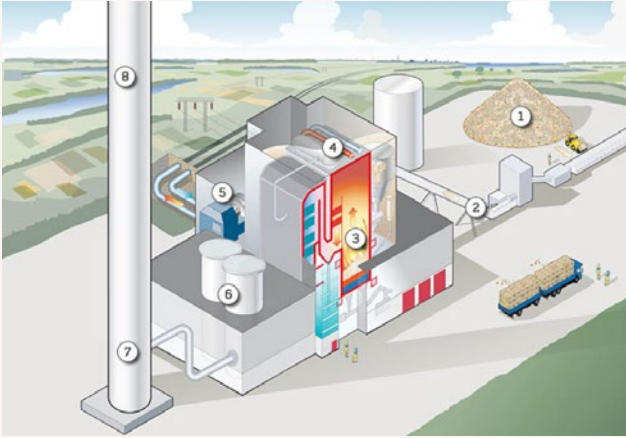
Med tanke på dessa begränsningar i temperatur är den termodynamiska (Carnot) potentialen för att förbättra elverkningsgraden i biokraftanläggningar med ångcykel låg.



Figur 3: En Wilescos D18 ångmaskin med generator, fungerar med samma princip som dagens biokraft.

Bild: Wilescos

4. Ångmaskinen uppfanns av James Watts 1775–1777 och den moderna ångturbinen uppfanns av Sir Charles Parsons 1884 och är idag den dominerande tekniken för biokraft globalt.
5. Elforsk: el från nya anläggningar 2014



Figur 5: Bild (övre) och schema (undre) över ett bioeldat kraftvärmeverk som levererar 47 MW värme och 12 MW el. 1: bränslehantering, 2: transport till dagsilo, 3: förbränning och ånggenerering, 4: ångsystem, 5: ångturbin och generatoren, 6: rökgaskondensorn, 7: rökgasmätning, 8: skorsten.
(källa: Affärsverken)



Figur 4: Demonstrationsanläggning för biokraft med gasturbinteknik och förgasning vid Värnamo
(källa IEA)

Gasturbiner med högre potential

En metod för att öka den termodynamiska potentialen är att byta från en ångcykel till vad som kallas en gasturbincykel. Här har en gasturbin en topptemperatur på uppemot 1 400 °C. Med hänvisning igen till Carnot och att effektiviteten i kraftgenerering är proportionell mot temperaturskillnaden mellan värmekällan och värmsänkan (t ex fjärrvärme), är potentialen därför mycket högre i en gasturbin än en ångcykel.

Den första utmaningen med biomassa som bränsle för en gasturbin är att det är ett fast och icke-homogent bränsle. För att kunna användas i en gasturbin måste bränslet omvandlas till en gas i en process som kallas förgasning. I denna process reformeras biomassa vid höga temperaturer med begränsad mängd syre och ånga, till en produktgas⁶ innehållande väte, kolmonoxid, metan och andra brännbara element. Efter kylning och rengöring av denna gas med hetgasfilter kan produktgasen användas för förbränning i gasturbinen.

Under nittioalet gjordes ansträngningar för att utnyttja denna grundläggande skillnad i prestanda. En demonstrationsanläggning byggdes och fungerade framgångsrikt i Värnamo, drivet till stor del av att kunna visa ett alternativ till kärnkraften. Gasturbinkonceptet som användes då heter kombicykeln, där en gas- och ångturbin arbetar tillsammans i hög- och låg temperaturområdet. Med andra ord kan spillvärmen från gasturbinen och förgasningen tillvaratas i en kombi-cykel genom att skapa ånga och använda den i en ångturbin.

Kommersialisering av denna teknik lyckades inte på grund av två faktorer. Först var ökningen av elektrisk effektivitet för elproduktion inte tillräckligt hög och för det andra, var den totala effektiviteten (mängden energi från bränslet som användes för antingen el eller fjärrvärme) faktiskt lägre än för vanliga ångpannor. Mot bakgrund av detta och avreglerad marknad med lägre elpriser och fortsatt kärnkraftsdrift var prestandan för låg och kostnaderna för höga för att motivera kommersialisering.

6. Denna gas brukar även kalla syngas, eller syntesgas

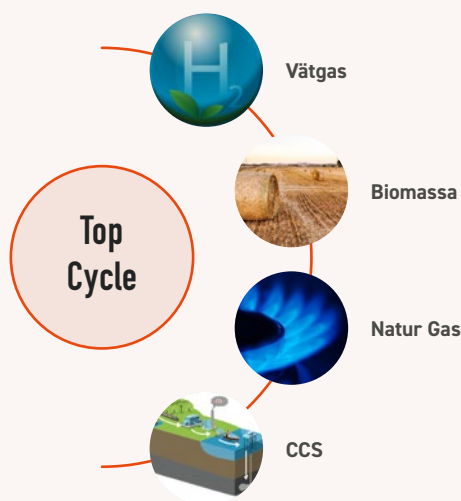
Tekniken och dess tillämpningar

Gasturbinen Top Cycle är en teknisk plattform som kan appliceras för både biomassa, vätgas och naturgas som bränsle och är samtidigt optimal för CCS-lösningar. Phoenix BioPowers primära mål är utvecklingen av de revolutionerande Top Cycle och BTC teknikerna för högeffektiv biokraft och utsläppsfri kraftproduktion. BTC står för Biomass-fired TopCycle och är en integrerad process för förgasning av biomassa kombinerat med gasturbinförbränning.

En BTC-anläggning är ett planerbart, kontrollerbart och förnybart kraftverk. Tekniken är skalbar och kan tillämpas i storlekar från 10 till 200+ MWe effekt för kraftvärmeverk och renodlade kraftverk. Med den höga elektriska verkningsgraden, upp till 60% för BTC-tekniken, förändras

biokraftens roll i energisystemet dramatiskt på global nivå. Att kunna erbjuda anläggningsägare en produktionskostnad för planerbar, förnybar el i nivå med landbaserad vind, kommer göra BTC-tekniken både konkurrenskraftig och efterfrågad i det utsläppsfria energisystemet.

GASTURBINEN TOP CYCLE



Fördel jmf Kombicykel

- Överlägsen vid förbränning av vätgas
- Ultralåga utsläpp av kväveoxider, NOx
- +10-15 %-enheter elverkningsgrad
- 15 %-enheter högre totalverkningsgrad
- +30-40 % lägre kapitalkostnad och anläggningsyta
- 15 %-enheter högre totalverkningsgrad med fjärrvärme
- 1/3 av kostnaden för infångad koldioxid
- 70 % lägre elproduktionsförluster

Figur 6: Top Cycle principen är testats med framgång för olika bränslen, vätgas, bio-syngas och naturgas. CCS anläggningar kan drivas med spillvärme utan att straffa elproduktionen negativt.

Källa: Mattias Fridahl

En plattformsteknologi

Top Cycle-tekniken är en skalbar teknisk plattform för olika tillämpningar med överlägsna prestanda jämfört med traditionella tekniker, framförallt kombicykeln.¹ Denna teknik representerar en radikal förändring i hur en gasturbin fungerar och drivs. Tekniken bygger på ultravåt förbränning i kombination med drift under mycket högt tryck. Nyckeln till den ultravåta förbränningen och de mycket höga effektivitetsvinsterna är att överskottsluft (se nedan) ersätts med ånga och därmed minskas behovet av kompressionsenergi. Genom den höga andelen ånga i förbränningen ökar också flexibiliteten i val av bränsle, från syngas producerad av biomassa med lågt energivärde till vätgas med högt energivärde.

Överskottsluft

Principen för TopCycle är att ersätta så mycket som möjligt av överskottsluften med ånga och att maximera prestanda genom högsta

möjliga tryck. I moderna gasturbiner är ungefär hälften av den luft som komprimeras överskott, det vill säga har inte med förbränningen att göra utan används för att kylning av komponenter, system, och för volym. Att komprimera denna överskottsluft minskar gasturbiniens uteffekt och effektivitet. Eftersom vatten lätt kan trycksättas med en enkel pump före kokning till ånga kan upp till 40 % mer energi från turbinen skickas till generatoren för elproduktion istället, vilket drastiskt höjer effektiviteten. I nedanstående tabell jämför vi prestandan mellan tre utföranden, singelcykel, kombicykel och Top Cycle. De två första är traditionella lösningar som är standard i marknaden idag. Det är sällan ekonomiskt lönsamt att använda en kombicykel för mindre anläggningar, t ex 30 MWe då investeringen inte motiveras av en motsvarande effektivitet. Detta främst genom att ångturbinen i kombicykeln blir liten och väldigt ineffektiv i förhållande till investeringen.

1. Kombicykel är en anläggning som har både en gasturbin och en ångturbin för kraftgenerering. Ångturbinen återvinner energin i avgaserna genom en avgaspanna för ångproduktionen. Tillsammans ger det en totalverkningsgrad på ca 60 % när fossil naturgas används som bränsle. Singelcykel är en gasturbinanläggning som inte återvinner avgasenergin i en ångturbin.

	Natural gas electrical efficiency	Power density	CCS electrical efficiency (NG)	Biomass et. efficiency
Simple Cycle	30-42%	420 kJ/kg air	28-40%	20-30%
Combined Cycle	50-55%	620 kJ/kg air	40-45%	40-45%
Top Cycle	50-55%	1 350 kJ/kg air	47-52%	50-55%

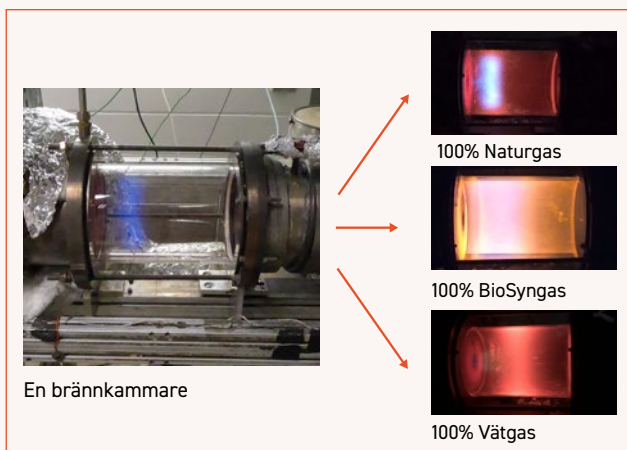
Tabell 2: Top Cycle – 50 MW Anläggningsprestanda vid naturgas som bränsle.

Optimalt för vätgas

Företaget har identifierat en stor potentiell marknad parallellt med biomassa; gasturbiner anpassade för bränslen med 100% vätgas, eller höga inblandningar tillsammans med naturgas. Denna möjlighet, i kombination med den överlägsna verkningsgraden med CCS och fossila eller biogena bränslen, indikerar en mycket stor potential för tekniken i energisystemet i ett bredare perspektiv. Bolaget har inte gjort någon detaljerad marknadsanalys vid denna tidpunkt, men kommer att göra det under 2021, bl a i samarbete med ZMT. Konventionella gasturbiner har stora problem med vätgas på grund av reaktiviteten, att det brinner så fort och vid så hög temperatur, vilket orsakar s.k. flashback, som kan leda till att förbränningssystemet förstörs. Dessutom ger den snabba förbränningen upphov till hot spots, vilka leder till höga utsläpp av kväveoxider (NOx). Inledande tester med väteblandningar och 100% väte vid förhållanden representativ för en Top Cycle turbin, dvs med höga ångnivåer, har visat extremt låga utsläppsvärden för NOx, vilket är mycket viktigt och risken för s.k. flashback² är mycket begränsad. Båda dessa resultat är en effekt av den höga ånginblandningen. Ångan gör förbränningen långsammare (minskad flashback) samt värmen i brännkammaren sprids jämnare (inga, eller få, hot-spots vilka bildar NOx).

Optimalt för vätgas

Företaget har identifierat en stor potentiell marknad parallellt med biomassa; gasturbiner anpassade för bränslen med 100% vätgas, eller höga inblandningar tillsammans med naturgas. Denna möjlighet, i kombination med den överlägsna verkningsgraden med CCS och fossila eller biogena bränslen, indikerar en mycket stor potential för tekniken i energisystemet i ett bredare perspektiv. Bolaget har inte gjort någon detaljerad marknadsanalys vid denna tidpunkt, men kommer att göra det under 2021, bl a i samarbete med ZMT. Konventionella gasturbiner har stora problem med vätgas på grund av reaktiviteten, att det brinner så fort och vid så hög temperatur, vilket orsakar s.k. flashback, som kan leda till att förbränningssystemet förstörs.



Dessutom ger den snabba förbränningen upphov till hot spots, vilka leder till höga utsläpp av kväveoxider (NOx). Inledande tester med väteblandningar och 100% väte vid förhållanden representativa för en Top Cycle turbin, dvs med höga ångnivåer, har visat extremt låga utsläppsvärden för NOx och, vilket är mycket viktigt, risken för s.k. flashback är mycket begränsad. Båda dessa resultat är en effekt av den höga ånginblandningen. Ångan gör förbränningen långsammare (minskad flashback) samt värmen i brännkammaren sprids jämnare (inga, eller få, hot-spots vilka bildar NOx).

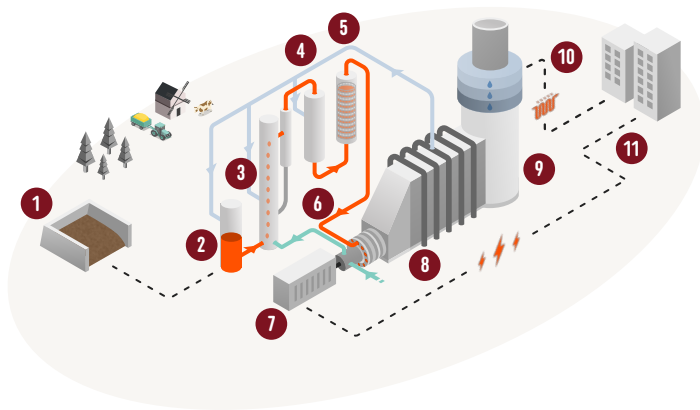
Här nedan har vi bilder från de förbränningstester som genomförts tillsammans med TU Berlin under 2020. I dessa tester, med hög ånginblandning som är en av huvudkomponenterna i Top Cycle tekniken, har vi framgångsrikt testat 100 % naturgas, 100 % vätgas och 100 % BioSyngas (simulerad) vid relevanta förhållanden i atmosfäriskt tryck. Under testerna har det även skiftats från naturgas, till BioSyngas till vätgas och tillbaka med stabil låga, utan flashback och låga utsläppsvärden vad gäller NOx. En milstolpe i valideringen av förbränningstekniken och vidareutvecklas nu inom det Eurostarsfinansierade PACS³ projektet under 2020–2022.

Överlägsen CCS och CCU prestanda

IPCC har identifierat NET (Negative Emissions Technology) som ett viktigt verktyg för att nå 1,5°C målet för den globala temperaturhöjningen, vilka bl a Klimatavtalet i Paris avser. Dessa tekniker antingen kompenserar med minskade utsläpp av koldioxid eller tar bort tidigare utsläpp från atmosfären (negativa utsläpp). BTC-anläggningar är, när de kombineras med avskiljning och infångning av CO₂, ett ytterst kostnadseffektivt sätt att uppnå negativa utsläpp och kan följaktligen spela en nyckelroll i klimat- och energiomställningen. Kostnaden för avskiljning av koldioxid i kombination med en BTC anläggning är uppemot två tredjedelar lägre än för konventionella anläggningar, t ex en ångcykel.

Skälet till denna fördel är att den värmeenergi som används för koldioxidavskiljningen i traditionella anläggningar tas från ångan som driver ångturbinen. Genom att ta ut ånga från ångturbinen, minskas kapaciteten för elproduktion. En BTC eller Top Cycle-anläggning ger spillvärme som kan användas till att driva avskiljningsprocessen utan att påverka kapaciteten för elproduktion. Jämfört med konventionella anläggningar innebär detta att effektivitetstappet för att fånga in koldioxid är 5–7 procentenheter lägre med BTC, vilket ger att kostnaden för effektminskningen är upp till två tredjedelar lägre. Här ligger den största kostnaden för att fånga in koldioxid från t ex en anläggningsskorsten, den uteblivna elproduktionen. Eftersom denna effektminskning inte inträffar i en BTC-/TopCycle-anläggning blir avskiljningen och infångningen mer kostnadseffektiv. Kvarstår är endast kostnaden för komprimering av koldioxiden efter avskiljning för transport, men detta gäller alla anläggningar i samma omfattning (3–5 %-enheter av elproduktionen).

2. Flashback är att bränslet antänds före brännkammaren och kan därmed få maskinen att stanna eller helt förstöra förbränningssystemet och gasturbinen.
3. PACS-Phoenix Advanced Combustion System



Figur 7: En BTC anläggning

- 1. Biomassa**
Olika stömmar av avfall från skogs- och jordbruks- och processindustrin levereras till anläggningen. Detta gör BTC-tekniken till en del av den cirkulära ekonomin.
- 2. Inmatningsenhet**
Avfall (biomassa) trycks till och förbehandlas med hög temperatur i högtrycksång i inmatningsenheten. Beroende på vilken avfallstyp som används kan biokol produceras för annan användning.
- 3. Förgasare**
Fast biomassa omvandlas till en produktgas genom att hetas upp till 800 - 900°C i en tryckstarkt reaktor tillsammans med ånga och tryckluft.
- 4. Gaskylare**
Värmeväxling och flömsreglering av produktgasen kyls den ned till under 500°C i gaskylaren, vilket gör det lättare att ta bort föroreningar.
- 5. Hetgasfilter**
Förgasarens och andra föroreningar filteras bort i ett filter. Ett filter från gasindustrin. Specialt utvecklat avsett för hållbarhet och för att nå en hög kvalitet på produktgasen.
- 6. Top Cycle Gasturbin**
I slutet av processen finns en gasturbin vilken är särskilt utvecklad för denna förorening. I denna förorening: den rensade produktgasen till en situation där vilken driver turbinen. Efteråt till ånga flödar genom turbinen produceras mer kraft.
- 7. Generator**
Konverterar den mekaniska energin från gasturbinen till elektricitet.
- 8. Avgasspanna**
Avgaserna från gasturbinen är över 500°C och denna energi återvinns genom att producera ånga som behövs i anläggningen.
- 9. Rökgas-kondensatorer**
Efter avgaserna återvinns värmen från avgaserna och återfylls till anläggningen så att ingen annan värmetillförsel är nödvändig vilket ytterligare minskar utsläppen.
- 10. Värme**
Att kondensera värmen frigör stora mängder energi vilken kan användas i byggnader och industrier för uppvärmning. Att producera och värmen i samma anläggning gör mycket av biobränselproduktion med upp till 40% jämfört med separata anläggningar.
- 11. Elektricitet**
Upp till 40% av energin levereras från biomassan omvandlar till den slutliga formen av energi - elektricitet. Detta är dubbelt så mycket som andra bränslen, och ger nästan dubbel och tre gånger högre utsläpp.

Planerbar elproduktion är en möjliggörare för att storskaligt kunna expandera variabel förnybar elproduktion. Vi ser de kommande decennierna en fortsatt kraftig tillväxt i variabel förnybar elproduktion vilken kommer kräva en kostnadseffektiv, planerbar och förnybar lösning för att erbjuda systemstabilitet och möta effektbehoven varje timme, varje dag, varje år. Phoenix BioPowers vision är att möta detta behov med högeffektiv produktion av lönsam, kontrollerbar och förnybar el från biomassa. För att möta detta behov utvecklar vi vår skalbara och banbrytande BTC-teknik för fördubblad effektivitet för elproduktion från biomassa jämfört med dagens anläggningar.

Den höga elverkningsgraden på upp till 60 % som BTC-tekniken kan uppnå förändrar biokraftens roll dramatiskt i både det svenska och globala energisystemet. Den gör biokraften mer lönsam och konkurrenskraftig jämfört med dagens ångcykel och andra energikällor. Eftersom BTC kan producera kraft vid behov och till en total produktionskostnad i nivå med vindkraft, tror Bolaget starkt att produkten blir konkurrenskraftig och efterfrågad i hållbara energisystem.

Våra långsiktiga målsättningar för BTC teknikens egenskaper är, jämfört med traditionella biokraftanläggningar med ångpanneteknik är:

- Fördubblad elverkningsgrad
- 40% lägre driftskostnader
- 30 % lägre investeringskostnad (€/kWe)
- 40-50 % lägre produktionskostnad (€/MWh)
- Väsentligt bättre ROI
- Kraftigt förbättrat förhållande mellan kraft och värme från 0,4 till 1,3 (Alfa)
- Upp till 3 gånger så mycket el kan genereras från ett givet fjärrvärmenät (värmelast)

De dramatiskt lägre rörliga totala driftskostnader kommer ge fler driftstimmar då anläggningen tidigare blir lönsam när priset i marknaden stiger, jämfört med traditionella anläggningar. Detta kommer ytterligare öka avkastningen för anläggningsägaren. Den högre andelen el som kan produceras givet en viss värmelast, t ex ett fjärrvärmenät, ger upp till tre gånger så mycket effekt (MW) och därmed skalfördelar för framförallt mindre fjärrvärmenät som i dagsläget är för små för att motivera kraftvärme.

För BTC anläggningen siktar vi inledningsvis på skogsrester och avfall från trävaruindustrin som bränsle för en anläggning. Vartefter tekniken mognar och efterfrågan ökar är avsikten att även arbeta med jordbruksavfall och returträ. Idealiskt är att i förlängningen även kunna hantera sorterade hushållssopor, men det kommer kräva ytterligare omfattande utveckling av både förgasning och gasrening för att realiseras. Genom sin skalbarhet från ca 10 till flera hundra MWe kan ett flertal olika behov mötas i flera marknader. Tekniken kan i större utsträckning möjliggöra bl a;

- Balanskraft och planerbar produktion - Effekt
- Nätjänster: dvs sekundär och tertiär reglering och tröghetstjänster för nät som kan erbjudas genom kontrollerbar effekt och installerad kapacitet - Bidra till nätstabilitet
- Överlägsen BECCS prestanda på elektrisk effektivitet och kostnad för infångad koldioxid
- Fjärrenergi (värme och kyla) i kraftvärmeverk
- Samproduktion och försäljning av biokol för industriell användning som koks- eller kolersättning eller som jordförbättringsmedel till skogs- och jordbruk

EN BTC ANLÄGGNING / ANLÄGGNINGSERBJUDANDE – 1A GENERATIONEN

I vår analys av marknaden och våra uppskattningar om målstorleken på den första generationen av BTC-anläggningar har vi identifierat en anläggning på 20 – 30 MWe/th- som ansluts till ett kommunalt fjärrvärmenät som första produkt. Vi förväntar oss en sådan anläggning kommer verka med en elverkningsgrad på ca 50 % (på LHV). Denna anläggningsstorlek har valts utifrån två perspektiv; tekniskt och marknadsmässigt. Vi går mer in på detaljer om valet av produktstorlek i avsnittet Produkterbjudande på sid 22.

En större anläggning, t.ex. 100 MWe, skulle ge en högre prestanda men kräver en större utvecklingsinvestering och bär med sig en stor uppskalningsrisk som gör finansiering svår. En sådan skala är dock utmärkt anpassad för marknader med stora biobränsleflöden, som Norden, Brasilien och Kanada, och den kommande globala handeln med biobränsle. Innan tekniken för större anläggningar är utvecklad kan flera block 30 MW enheter med fördel installeras parallellt (t.ex. tre stycken) och fortfarande vara betydligt mer konkurrenskraftigt än konventionella och större ångcykelanläggningar. Dessutom har man även fördelen av att ha optimal verkningsgrad vid delast genom att bara

köra ett eller två block. Förlorade skalfördelar kan på så sätt kompenseras med volymeffekter och standardisering för bättre ROI i alla led.

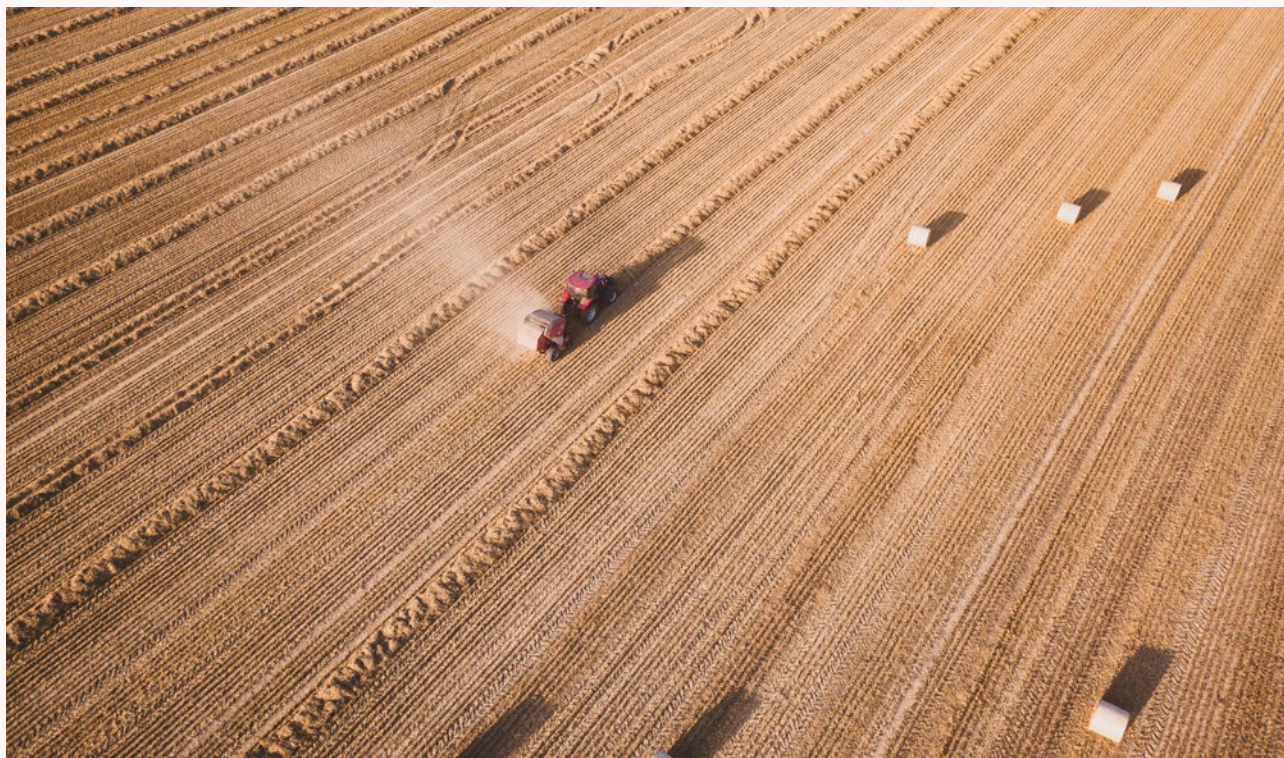
Vi ser i våra marknadsstudier att mindre anläggningar öppnar upp för en större adresserbar global marknad, särskilt i mindre utvecklade agara marknader där halm och annat jordbruksavfall utgör det vanligaste bränsle. Denna mindre anläggningsprodukt skulle i så fall vara en produktifiering av pilotanläggningen som avses i utvecklingsplanen. Denna mindre, 2-10 MW, anläggning passar även för för industriella kraftvärmebehov och mindre, främst kommunala, fjärrvärmenät vilka idag inte har kraftproduktion då det inte är lönsamt. För denna produkt kommer affärsmodellen med största sannolikhet vara annorlunda då dessa anläggningar snarare är modulbaserade med standardiserade komponenter.

BTC-mål

Prestandamål för anläggningar i olika storlekar framgår i nedan tabell.

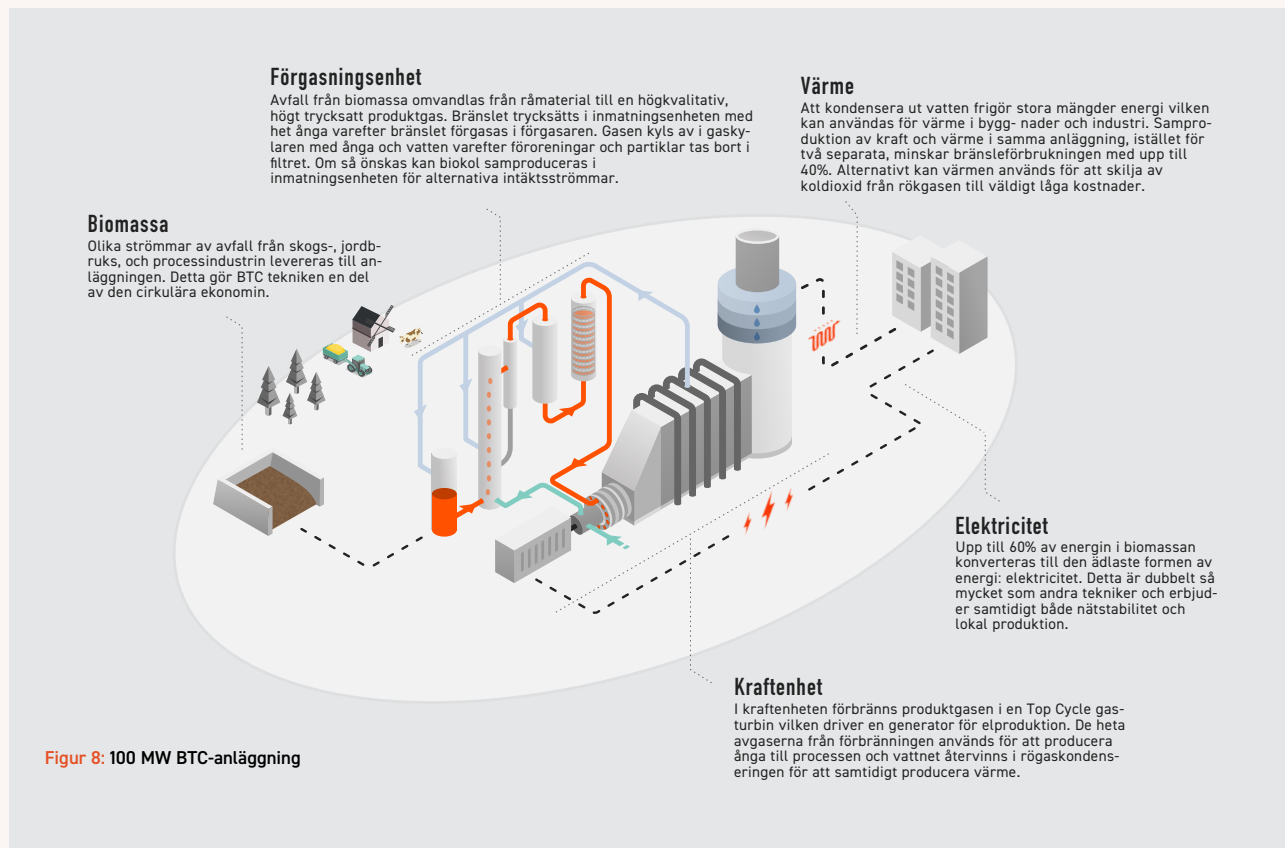
Anläggningsstorlek	Först i drift	Elverkningsgrad	Totalverkningsgrad	Tillgänglighet	Investerings kostnad
BTC 25 MWe	2027–28	47–52% (+20%-enheter)	90-110% (+0-20%-enheter)	90% (-2%-enheter)	2600 €/kW (-50%)*
BTC 100 MWe	2033–35	55–60% (+25%-enheter)	90-110% (+0-20%-enheter)	92% (-2%-enheter)	1800 €/kW (-40%)
Top Cycle 25 MWe	2026–27	47–51%	90–110%	96%	1000€/kW

Tabell 3: Övergripande prestandamål för BTC-anläggningen. Värdena inom parentes visar skillnaden jämfört med ångcykeln. Konventionella biopannor med ångcykel kan uppvisa effektivitet på upp till 37 % i mycket stor skala. Det ekonomiska optimumet är dock vanligtvis långt under 35%, och ett typiskt kraftvärmeverk i Norden har en elverkningsgrad på 27–32%.



**”ENERGIOMSTÄLLNINGEN MOT FÖRNYBART,
MED MER VIND- OCH SOLENERGI, KRÄVER
MER PLANERBAR OCH FÖRNYBAR ENERGI
FÖR ETT STABILT ELSYSTEM.”**

ÖVERGRIPANDE TEKNISK BESKRIVNING AV BTC



BTC-konceptet bygger på en utveckling av en ny gasturbinteknik, TopCycle, och integrerar den med en förgasningsprocess för biomassa under högt tryck. Resultatet är en anläggning med unik effektivitet i konvertering från fast bränsle till el samt fysisk anläggningsstorlek (effekttäthet).

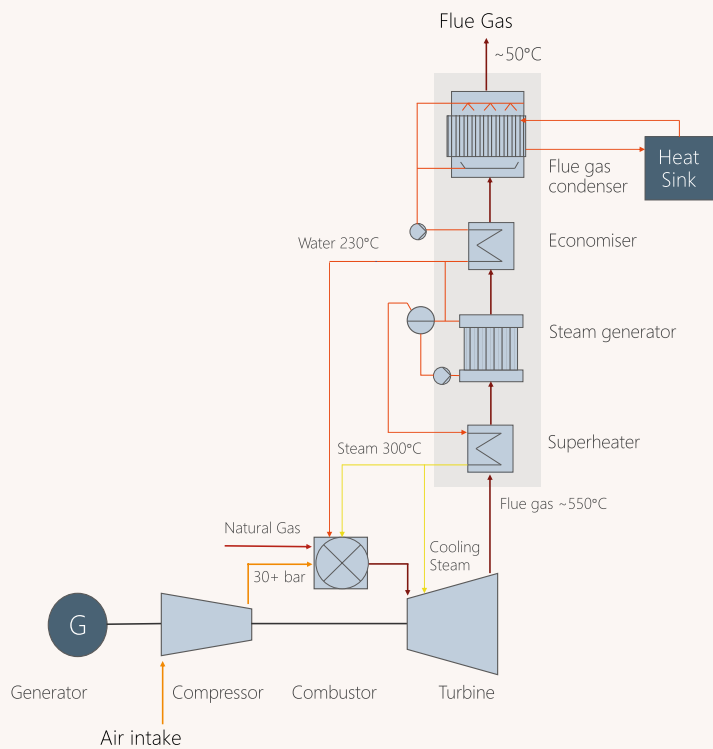
BTC-anläggningen består av två huvudavsnitt: en enhet för gasproduktion (GPU) och en enhet för kraftproduktion (PPU), där;

- GPU består av en lågtempererad bränsletork, trycksättning- och inmatningssystem (förbehandling), förgasare, gaskylare och hetgasfilter.
- PPU består av en högtrycksgasturbin med ånginsprutning, kallad TopCycle, avgaspanna (HRSG), rökgaskondensator och vattenrening.

Gasproduktionsenheten, GPU, består av en bränsletork, ett förbehandlingssystem och ett förgasningssystem. Bränslet torkas först med en bandtork som drivs av 80°C värme från rökgaskondensorn. Bränslet trycksätts sedan i en bränslesluss, s.k. lock-hopper, med ånga vilken genereras i avgaspannan. Efter trycksättning matas bränslet in i förgasaren. Beroende på hur man väljer att optimera processen och avkastningen, kan biokol produceras från trycksättnings-steget som potentiell ytterligare intäkt. I förgasaren tillförs både ånga och luft och temperaturen höjs till runt 900°C vilket leder till att molekylerna

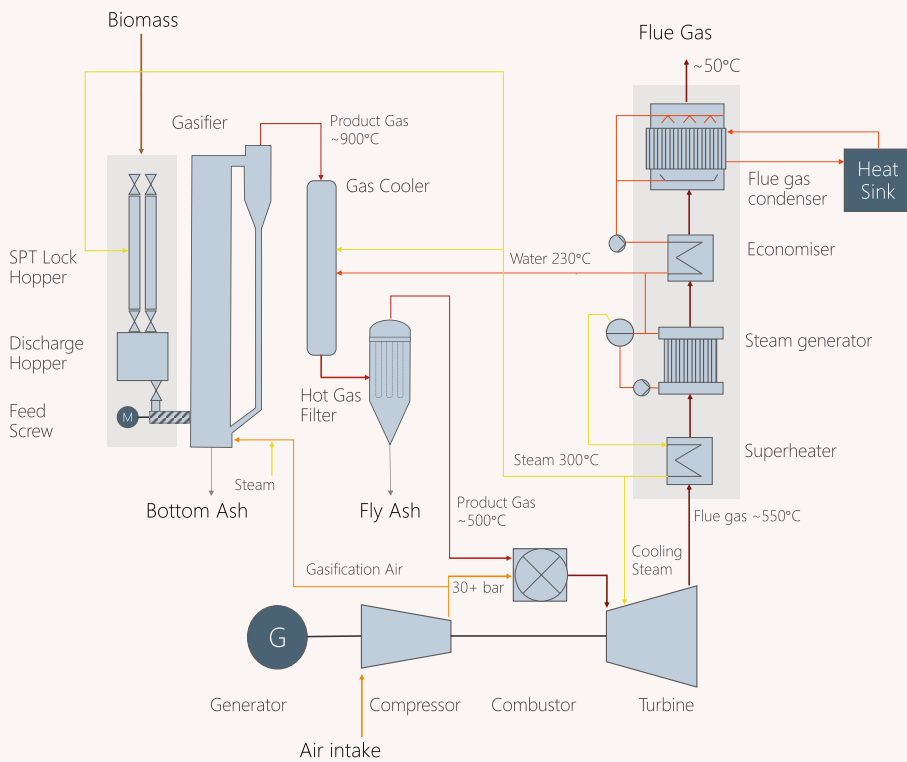
i bränslet bryts ner, förgasas och bildar en brännbar gas, syntesgas, vilken används för att driva gasturbinen. Innan förbränning kyls dock gaserna med vatten och ånga till 400–550°C och filtreras i keramiska eller metalliska hetgasfilter för att avlägsna damm och alkaliföroreningar vilka kondenserats på askpartiklarna, innan den rena gasen leds in i gasturbinens brännkammare.

Kraftproduktionsenheten, PPU, är uppbyggd kring en TopCycle gasturbin som unikt fungerar med över 50% ånga i turbinen. Överhettad ånga erhålls i BTC genom att utnyttja spillvärme efter turbinen; först genom avgaspannan (HRSG), och sedan genom att direkt överhettas ångan genom att injicera vatten och ånga i hetgasen efter förgasaren, dvs i gaskylaren. Genom att ånga används i flera steg före gasturbinen, återvinns spillvärme från bränslekonverteringen i gasturbinen då ångan fungerar som en värmebäare genom processen. Efter gasturbinen och avgaspannan tillvaratas den sista delen av spillvärmerna i rökgaskondensorn, vilken kyler avgaserna till ca 50°C och samtidigt kan leverera värme till fjärrvärme, fjärrkyla eller CCS enhet. Genom denna unika integration återvinns spillvärme först vid hög temperatur till gasturbinen för högsta möjliga omvandling till el och utnyttjas sedan vid låg temperatur för värmebehov, vilket möjliggör både hög elverkningsgrad och hög totalverkningsgrad för en anläggning



TOP CYCLE: A NEW POWER CYCLE

- High pressure gas turbine
- Massive steam injection
- Minimised air compression
- Water recovered in flue gas condenser
- » High power output and efficiency
- » High heat output



BTC: A NEW PROCESS FOR BIOPOWER

- High pressure, steam-injected gas turbine, stoichiometric combustion
- Pressurised gasification of biomass
- Hot gas clean-up of product gas
- Steam as working fluid and heat carrier
- Water recovered in flue gas condenser

Figur 9: Schematisk illustration av Top Cycle och BTC processerna.

UTVECKLINGSBEHOV

De viktigaste tekniska utmaningarna när det gäller att förverkliga BTC-enheten är att utvidga gasturbintekniken (förbränning, material och varm gasvägskylning) till att hantera förbränning med 50 % ånginnehåll från mer normala 10–15 % och att vidareutveckla förgasning av biomassa till att ske under högre

tryck, samtidigt som man säkerställer att produktgasen är renad och inte är skadlig för gasturbinen. Det är vidareutveckling av befintlig teknik inom flera teknikområden till de nya förhållanden som är optimala för BTC-anläggningen. I tabellen nedan har vi listat de huvudsakliga utvecklingsbehoven

Process Steg	Kommersiellt idag	BTC behov	Framsteg hittills av PBP & Partners	Huvudsakliga utmaningar
Förgasare Trycksatt fluidiserad bädd	<ul style="list-style-type: none"> Bubblande eller cirkulerande bädd Kolförgasning kommersiell @ 10-30 bar, 200+ MW Demo f biomassa CFB and BFB Up till 20 bar 	<ul style="list-style-type: none"> Ny hybrid-fluidiserande bädd Biomassa 30-45 bar 50+ MW 	<ul style="list-style-type: none"> Bubblande fluidiserad bädd prover Biomassa 20-40 bar 30kW 	<ul style="list-style-type: none"> Kolkonvertering, reaktor kapacitet vid höga tryck Utvecklingsverktyg för höga tryckförhållanden
Brännkammare Pre-mixed kanna	<ul style="list-style-type: none"> 10-40 bar maskiner Låg ånginblandning Bränsle och luft blandas i brännaren Naturgas 1-100 MW per kanna 	<ul style="list-style-type: none"> 30+ bar 40+% ånga Bränsle blandat med ånga, sedan med luft NG, H2, Syngas 5 MW per kanna 	<ul style="list-style-type: none"> 7 bar tests 40% ånga Bränsle blandat med befuktad luft NG+H2, H2 1 MW Syngas+ånga 100kW, atmosfäriskt 	<ul style="list-style-type: none"> Stabil drift med utspädda bränslen och bred specifikation på bränsle Utvecklingsverktyg för höga tryck- och ångförhållanden

Tabell 4: Utvecklingsgap och resultat

KONKURRENS

Att sikta på två mycket stora marknader; gasturbinmarknaden och biokraftmarknaden innebär oundvikligen att det finns konkurrens. I det mycket begränsade perspektivet känner företaget inte till någon annan aktör som utvecklar eller erbjuder liknande teknik som Top Cycle eller BTC kommersiellt. Den anläggning som närmast liknar en BTC anläggning är det s.k. Värnamoprojektet från slutet av 90-talet. Där kombinerades förgasning av biomassa vid ca 20 bar med en kombicykel. Tekniken blev aldrig kommersiell då den inte uppvisade tillräckliga prestanda samt att villkoren på energimarknaden i Sverige förändrades när kärnkraften fick ändrade villkor. Det behövs dock ett bredare perspektiv för en mer korrekt syn på konkurrenslandskapet för Top Cycle och BTC.

Top Cycle konkurrens

Konkurrenssituationen för TopCycle turbinen för gasformiga bränslen sträcker sig från kolmotorer för mindre skala (1–20 MWe), enkelcykliga gasturbiner för mellanstora anläggningar, (5–100 MWe) och kombicykelanläggningar för storskaliga anläggningar (70–600 MWe). Effektiviteten för gasmotorer ligger på 40–48 %, enkelcykliga gasturbiner på 30–42% och för kombicykel på 57–63 %, alla beroende på bränsle, tillämpning och övriga förutsättningar. Leverantörer av dessa anläggningar sträcker sig från aktörer som GE, Mitsubishi-Hitachi PS och Ansaldo för större anläggningar, GE, Siemens, Solar, MAN, och Zorya-Mashproekt inom det mellanstora segmentet och OPRA, Aurelia, Peregrineturbines och Capstone inom det mindre segmentet för gasturbiner. Gasmotorer levereras av bl a Wärtsilä och Jenbacher. Till detta kommer ett antal aktörer vilka tillverkar de större leverantörernas produkter under licens, t ex Harbin Turbine Co. Ltd i Kina.

En av de största trenderna inom dessa segment är utfasning av fossila bränslen och målsättningen att hantera vätgas som bränsle. Detta är ämnen som diskuteras i stor omfattning på varje braschkonferens globalt i dessa tider (innan Corona dvs, men även under...). Vätgas är ett mycket reaktivt och snabbt bränsle, som ger upphov till mycket höga lokala temperaturer (hot spots) och en väldigt snabb flamma. Detta tillsammans gör att traditionella förbränningssystem inte kan arbeta med mer än mycket små fraktioner av vätgas i bränslemixen (låga ensiffriga %) samtidigt som de riskerar flashback och har svårt att möta kraven på utsläpp. Det görs framsteg, nya förbränningssystem är under utveckling och har införts på marknaden. Medan nuvarande motorer, med betydande anpassningar, kan drivas med 100% väte, men resulterat vanligtvis i betydande effektivitets-?Det finns idag inga förbränningssystem som kan växla mellan naturgas, väte och olika bränsleblandningar, vilket Phoenix-tekniken syftar till att uppnå.

Det är inom vätgasförbränning som Top Cycle kommer att ha den bästa möjligheten att konkurrera med traditionella gasturbinleverantörer med sin ultravåta högtrycksförbränning, med prestanda motsvarande den för kombicykeln. En TopCycle turbin som drivs av naturgas som bränsle tillsammans med CCS kommer också vara mycket konkurrenskraftig med lägre LCOE och med en halverad kostnad för uteblivna koldioxidutsläpp jämfört med kombicykeln som en följd av den överlägsna elverkningsgraden i kombination med CCS.

BTC Konkurrens (högeffektiv biokraft)

Biokraft marknaden idag vilar i första hand ångcykeltekniken, eller grovt uttryckt ångmaskinen, teknik som går tillbaka till 1775 och James Watt. Dagens storskaliga anläggningar använder alla samma grundläggande princip; koka vatten för att generera ånga för att producera fysisk rörelse för att generera el. Även om tekniken har förbättrats sedan 1700-talet är elverkningsgraden för de allra största anläggningarna på flera hundra MWe endast 33–40 % av LHV.⁴ Detta begränsas av korrosionsfrågor i pannan, vilket begränsar temperaturen för ångcykeln. Detta kan jämföras med fossila kolpannor vilka kan nå upp till hela 48%. Generellt kan man säga att dagens installerade flotta av anläggningar verkar med en elverkningsgrad på 15–30 % av LHV för anläggningar i storleksintervaller 0,5–50 MWe. Dettas segment utgör den största och mest relevanta marknaden för BTC anläggningarna och här finns den största konkurrensen i den beprövade ångcykeltekniken. Kända aktörer inom segmentet är Andritz, Valmet, B&W Völund, Burmeister & Wain, Sumitomo FW, Ameresco och Jernforsen.

Anläggningar med högeffektiv biokraft innefattar ofta förgasning av bränslet följt av förbränning. Detta görs för att bättre kunna hantera rening, utsläpp och korrosionsproblematik i anläggningen. I kommersiella anläggningar sker elproduktionen då antingen i en panna / ångcykel i stor skala eller en gasmotor i liten skala. De senare har blivit populära för anläggningar under 500kW med standardiserade bränslen, en leverantör av sådana lösningar är t ex Burkhardt GmbH i Tyskland. Olika varianter av förgasning av bränslen i större skala har visat sig mycket lämpliga för att hantera komplicerade bränslen, som sopor och avfall, men har annars begränsade tillämpningar då de kräver ganska stora anläggningar.

Hittills känner företaget bara till ett storskaligt försök tillintegrerad förgasning av biomassa i kombination med gasturbin: Värnamoprojektet i södra Sverige på 90-talet. Detta var en 20 MWf anläggning med CFB⁵ förgasning, som drevs med ett arbetstryck på 18–22 bar tillsammans

med en Siemens GT i utförande som kombicycle för kraftproduktion. (mycket liten för kombi, men det var en testanläggning). Detta är en teknik som fortfarande inte är kommersiell och uppskattar kunna leverera en elverkningsgrad på 37–47%. Detta projekt löpte som ett alternativ till kärnkraft i Sverige vid den tiden, men när beslutet att avveckla kärnkraften ändrades och anläggningarnas drift förlängdes, stoppades projektet och lades i malpåse, trots goda tekniska resultat. IP rättigheter och ägande av dessa kring den teknik som användes och uppfanns under projektet är oklara, vilket gör konceptet svårt att kommersialisera. Med dagens utfasning av kärnkraften i Sverige och övriga Europa, utfasningen av den fossila kraften i Europa, främst kolkraft, samt den kraftiga tillväxten i väderberoende kraft från sol och vind har ändrat på förutsättningarna för högeffektiv biokraft. Idag hade nog Värnamoprojektet kunnat resultera i en kommersiellt gångbar teknik, särskilt om man räknar med kostnaderna för koldioxidutsläpp och intäkter för CCS.

Det sista konceptet med högeffektiv biokraft är att utnyttja högtempererade bränsleceller med förgasad biomassa, syngas. Sådana bränsleceller (fast oxid eller flytande karbonat) är ännu inte kommersiella för konventionella, rena gaser, och har stora utmaningar med de föroreningar som kommer från förgasad biomassa, som svavel. Det finns idag inga kända system i demonstrationsskala.

Det finns flera företag som erbjuder trycksatta förgasningssystem som är bevisade och kommersiella för biomassa i större skala. Dessa tekniker används i första hand kommersiellt för kolförgasning, några av dessa tillverkare är e.g. SES, GI Dynamics, GTI/Sungas. Företaget är i kontakt med dessa för möjliga samarbeten.

Utöver ovanstående känner bolaget inte till någon kommersiell teknik som direkt konkurrerar med företagets teknik men är starkt medveten om att bolaget siktar på en mycket konkurrensutsatt marknad med befintliga aktörer, även om de har mindre effektiva tekniker men med lägre risk.



4. LHV – Lower Heat Value, Lägre värmevärdet, dvs utan vatteninnehåll.
5. CFB – Cirkulerande Fluidiserande Bädd

Utvecklingsplan

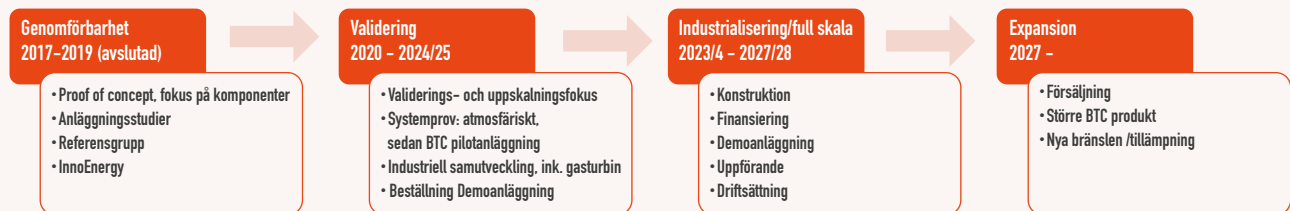
Bolaget bedriver ett flertal parallella projekt som tillsammans utgör utvecklingsverksamheten i Bolaget. Under Q1 pågår, startas och avslutas sammanlagt 10 projekt inom samtliga tekniska områden som innefattas i utvecklingen av Top Cycle och BTC teknikerna.

Inom Top Cycle har vi huvudsakligen sex områden som vi fokuserar på i dagsläget: övergripande arkitektur, komponentkylning och värmeöverföring, förbränning, material och prestanda. Som man kan förstå finns en stark relation mellan de olika områdena och de påverkar varandra i stor omfattning varför koordinering av både utvecklingen och resultatens implementering är mycket viktig, särskilt i det tidiga skede som delat av utvecklingen befinner sig i.

Inom BTC arbetar vi inom sex områden, trycksättning, förgasning, produktgasbehandling, värmeleveranser, anläggningsintegration (inkl CCS) samt prestanda (inkl CCS). På samma sätt som med Top Cycle är

relationen mellan de olika delarna mycket stark och systemeffekter av respektive områdes utveckling måste kontinuerligt tas i beaktning.

Båda områdena Top Cycle och BTC omfattas av Bolagets arbeten med utvärdering av kringsystem vilka kompletterar anläggningen som bränslehantering, CCS system, rökgasbehandling och anslutning till el- och fjärrvärmnät för bästa möjliga prestanda för anläggningen. Bolaget arbetar även kontinuerligt med de kommersiella förutsättningarna för teknikerna och hur utvecklingen bäst kan möta de behov och krav som finns från marknaden.



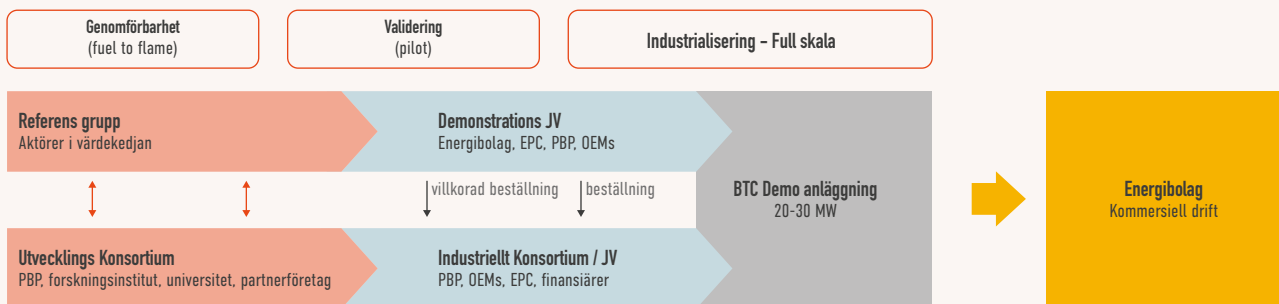
Figur 10: Övergripande färdplan för att kommersialisera BTC-anläggningen

Att ta BTC-tekniken till en kommersiell teknik kräver en fokuserad utvecklings- och kommersialiseringstrategi. Färdplanen för hur Phoenix BioPower planerar att föra ut tekniken på marknaden beskrivs översiktligt i grafiken ovan. De initiala faserna, Genomförbarhet (Fas1) och Validering (Fas 2), har tyngdpunkten på mot teknik- och partnerutveckling, medan kommersialiseringen och industrialiseringen (Fas 3) inleds mot slutet av Valideringsfasen med utgångspunkt i utvecklingsresultaten. Bolaget befinner sig idag i början av Valideringsfasen.

Den nära kopplingen mellan utvecklingen och kommersialiseringen sker genom i alla faser och kommer vara avgörande för den kommersiella framgången för tekniken. Kopplingen kommer styra utvecklingen när det gäller anläggningens storlek, val av bränslen och de lokala förhållanden som gäller för den första generationen av BTC-anläggningar. Det kommer också att fungera som ett verktyg att

engagera nödvändiga partners i utvecklingen och tillverkningen av system och komponenter samt för att kommersialisera tekniken, både i Sverige och internationellt.

Teknikutvecklingens olika områden som beskrivs ovan samlas inom fyra huvudsakliga teknikområden; System, Förgasning, Förbränning och Gasturbin. Inom ramen för dessa, och i vissa över flera områden, genomförs ett flertal parallella projekt med inriktning på olika teknikområden och i olika skala. Under den inledande fasen, genomförbarhet handlade projekten om att se på marknadspotential, tekniska grundkoncept samt vissa inledande prover i labb-skala. Även inledande simuleringar av en fullskalig anläggning påbörjades för att ge grunddata för komponentutvecklingen i en iterativ process. Detta har utvecklats till att bolaget i dagsläget bedriver 10 parallella projekt med ytterligare ett som påbörjas i maj.



Figur 11: Utvecklingsplan inom respektive teknikområden och utvalda utvecklingsprojekt vilka syftar mot den kommersiella Demoanläggningen 2028.

När Bolaget nu gått in i valideringsfasen har fokus mer skiftat till kommersiellt robusta lösningar vilka skall säkerställas inför uppskalning till kommersiell storlek och funktion. Under denna valideringsfas har vi ett antal pågående och planerade projekt, bl a:

Demoanläggningen

Parallellt och övergripande med samtliga projekt pågår utvecklingen av Demoanläggningen. Denna utveckling blir kravställande för de olika delprojekten på systemnivå eller i skalade modeller. Genom att utgå från den fullskaliga anläggningen kan kraven för Pilotanläggningen och andra projekt definieras och specificeras för att vara både relevanta samt att utvärdera vilka resultat som krävs för framgång.

Baserat på dels tekniska förutsättningar och skalfördelar kombinerat med storleken för en genomsnittlig biokraftanläggning i Europa har Bolaget bedömt det som att en Demoanläggning med en bränsleeffekt på 50–60 MW. Med den el-verkningsgrad som vi ser i första generationens gasturbin och anläggning kring 50 % innebär det en anläggning på 25–30 MWel.

Genom att kontinuerligt implementera resultaten från utvecklingsverksamheten för att se hur de påverkar den fullskaliga anläggningen kan tester, testriggar och utvecklingsbanan justeras och anpassas efter behoven. Innan en beställning på Demoanläggningen är gjord sker detta utvecklingsarbete som en integrerad del av många av utvecklingsprojekten, som t ex Pilotprojektet.

Syntes

Syntesprojektet är fortsättningen på det accelererade utvecklingsarbetet som inleddes 2018 inom bl a det nu avslutade projektet som kallades Fas 1. Syntesprojektet påbörjades sommaren 2020 och fick på grund av Corona en annan utformning och innehåll än inledningsvis planerat. Under våren 2020 var konsekvenserna av Corona på både kort- och medellång sikt mycket okända. I samarbete med Energimyndigheten beslutades att genomföra ett mindre ambitiöst projekt i väntan på att konsekvenserna av Corona blev tydligare. I stället för att utveckla och bygga en integrerad rigg för ca 500 kW och 40 bar tryck beslutades att sikta på mer komponentutveckling, systemutveckling och anläggningsstudier. Projektbudgeten för 2020–2022 bantades även signifikant.

Inom Syntes har Bolagets första industriella samutvecklingsprojekt inletts tillsammans med Somas AB, en ledande svensk leverantör av ventiler. Syftet är att tillsammans undersöka möjligheterna för att finna en ventillösning för att hantera de specifika förhållanden som råder i BTC processen t ex vid trycksättning med ånga.

Syntes fungerar under 2020 och 2021 som ett sammanhållande projekt för den övergripande teknikutvecklingen med samordning mellan de olika tekniskdisciplinerna men även på komponentnivå. Att ha ett sammanhållande projekt för alla olika discipliner är nödvändigt för att delsystem utvecklas för en fungerande integration och optimerad anläggning där de olika systemens beroenden av varandra tas i beaktande. Vad som är bättre för ett delsystem kan vara mindre bra för ett annat, då behöver man se på totaleffekten för anläggningen för att välja rätt. Projektet har en totalbudget på 12,1 MSEK för Bolaget med 70 % stödnivå från Energimyndigheten och är planerat att avslutas i november 2021. Fas 2 kommer följas av ett flertal projekt vilka mer specialiseras inom olika områden samtidigt som fokus mer och mer kommer riktas mot Pilotanläggningen under 2021–2024.



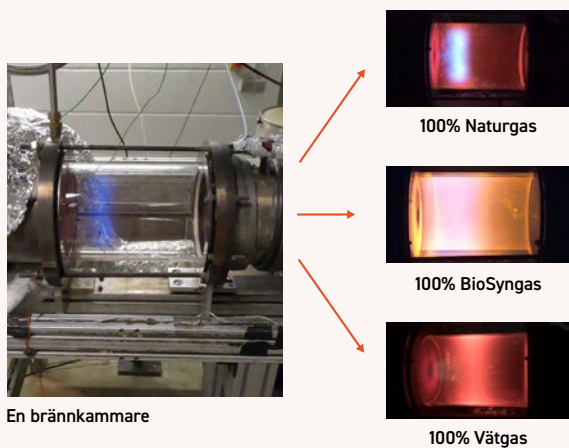
Figur 12: Förgasningsanläggningen till Scarlett under uppbyggnad

Scarlett

Scarlett är en testrigg för förgasning av biomassa under atmosfäriskt tryck kombinerad med en förbränningsrigg för att genomföra prover "Fuel-to-flame". Grunden till denna rigg är en förgasare som tidigare utvecklades av TPS på 90-talet, och sedan fördes över till KTH. KTH driftsatte den aldrig och har nu överlåtit den till Phoenix. Denna förgasare kommer anpassas för att simulera förhållanden i BTC processen och driftsättas under 2021.

Scarlett utgör alltså, tillsammans med förbränningsprojektet PACS, nedan, en helt integrerad rigg från fast bränsle till stabil låga under korrekta, atmosfäriska förhållanden. Denna rigg kommer även att möjliggöra för tester med olika bränslen. Vi har idag tillgång till skogsavfall/GROT, bagass, halm och solrosförskal. Genom att kunna testa olika bränslen kan vi se hur förbränning och emissioner påverkas av den varierande kemien som bränslena innebär och hur det kan påverka processen, och i slutändan den fullskaliga anläggningen.

Projektet inleds 2021 och beräknas pågå till minst slutet av 2022. Därefter förväntar vi oss att använda utrustningen till framtida tester. Budget är ca 6 MSEK inkl drift av anläggningen under 2022, varav ca 3,5 MSEK finansieras genom Fas 2 och PACS.



En brännkammare

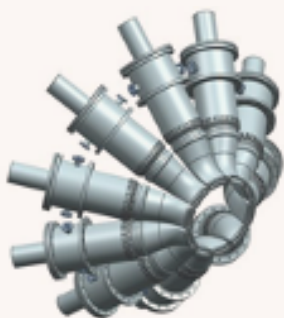
100% Naturgas

100% BioSyngas

100% Vätgas

PACS

PACS- Phoenix Advanced Combustion System, är det nya förbränningsystem som bolaget utvecklar för de specifika förhållanden som råder i en gasturbin med mycket hög andel ånga i brännkammaren, som till exempel gäller i Top Cycle turbinen. Avsikten är även att kunna installera denna teknik på vissa befintliga gasturbiner för att på så sätt möjliggöra högre effektivitet, men framförallt kapacitet för vätgas som bränsle med bibehållen effektivitet och låga utsläpp av kväveoxider.



Figur 13: Schematisk bild av hur uppsättningen av brännkammare runt en gasturbin kan se ut. En av dessa brännkammare planeras testas i Pilotanläggningen. 10 st blir full skala, 20-30 MWe.



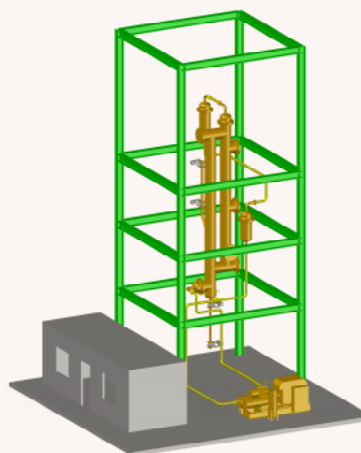
En viktig del av PACS projektet är att uppföra en egen förbränningsrigg i våra lokaler i Stockholm. Denna förbränningsrigg kommer integreras med förgasaren som uppförs inom Scarlettprojektet och utgöra en integrerad del av Scarlett. Genom att integrera förbränningsriggen med en förgasare möjliggörs provning med riktiga gaser och inte syntetiska som nu vid testerna vid TU Berlin. Det kommer vara extra intressant med avseende på tjärar som bildas när bränslet förgasas. Dessutom kommer det ge möjlighet att testa brännkammarens funktion och prestanda med olika bränslen, från ren vätgas eller ren naturgas till ren biosyngas från olika sorters biomassa.

Projektet PACS är ett projekt som bolaget driver tillsammans med TU Berlin, KTH och BIT, ett SME knutet till TU Berlin. Tillsammans sökte parterna finansiering inom ramen för Eurostars programmet, vilket beviljades. Projektets totala budget är ca 17 MSEK (1,7 M€) där både TU Berlin och KTH erhåller full finansiering för sina kostnader och BIT och Phoenix BioPower erhåller 50 % stöd för sina kostnader inom projektet. Det ger att totalt ca 10 MSEK (1 M€) av projektet finansieras från Eurostars. Phoenix BioPowers andel av projektet är ca 7,3 MSEK. Projektet påbörjades i oktober 2020 och är planerat att pågå till mitten av 2023.

HFB

HFB - Hybrid Fluidized-Bed Gasifier, är bolagets nyutvecklade teknik för högtrycksförgasning av biomassa. Tekniken bygger på en kombination av traditionella tekniker för att möta de specifika utmaningarna som följer av det höga trycket och hur det påverkar partiklars beteende i en förgasare.

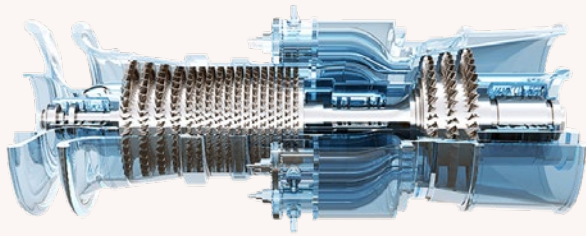
Utvecklingen av HFB är kärnan i vår förgasningsutveckling och kommer genomföras tillsammans med flera parallella utvecklingsprojekt, t ex Scarlett och Humphrey (nedan). Majoriteten av utvecklingsarbetet med HFB kommer ske internt men kommer successivt att inkludera industriella partners vartefter den tekniska mognaden för tekniken ökar. Det stora funktionella testet av tekniken kommer ske i samband med driftsättningen av Pilotanläggningen. Bolagets interna utvecklingsbudget som inte täcks av planerade projekt uppgår till ca 4 MSEK under perioden 2021-2024, huvudsakligen personalkostnader.



Humphrey

Humphrey är en testrigg för hydrodynamiken i vår utvecklade HFB teknik för att simulera partiklars beteende under de tryck som vi avser göra förgasningen, +30 bar. Tester och simulering kommer ske kallt, dvs ca rumstemperatur, vilket förenklar saker vad gäller utrustning, material och drift. Detta är nödvändigt för att kunna beräkna korrekta storlekar och dimensioner på kärl, anslutningar och kringliggande system. Anläggningen kommer vara ca 15 m hög, ta upp en yta om 50-100 m² + kontrollrum och tillhörande utrustning samt vara ansluten till kraftiga kompressorer. Kompressorerna syftar att generera den luftmängd och det tryck som krävs för att genomföra proverna. Bolaget för diskussioner med extern part om att husera denna i norra Sverige som har tillgång till kompetent personal, utrymme och infrastruktur för att hantera en sådan anläggning. Bolaget bedömer det som inte möjligt att husera denna i kraftverket med övriga riggar då framförallt kompressorerna skulle innebära en alltför stor störning för omgivningen (de låter som tusan, är stora och behöver stå på taket).

Detta projekt planeras starta efter sommaren 2021 och pågå i 2 år. Projektbudgeten för Humphrey är ca 7 MSEK och bolaget avser söka stödfinansiering för projektet under våren. Efter projektavslut är tanken att riggen överläts till den partner med vilken vi diskuterar att husera den då bolaget har begränsat behov av den efter avslutad projekt.



Top Cycle

TopCycle är bolagets gasturbinteknik och kärnan i varje kraftverk som bygger på Bolagets teknik. Kärnan i Top Cycle tekniken är dels den kraftiga ånginmatningen, ca 50 % ånga i brännkammaren, högre förbränningstryck och asymmetrin med en kompressor som komprimerar 50 % mindre luft än vad turbinen har kapacitet för. Tillsammans ger dessa tre egenskaper en gasturbin som har mycket höga prestanda, mycket god kapacitet för att hantera högreaktiva bränslen som vätgas samt idealisk för kostnadseffektiv CCS, koldioxidinfångning.

På bilden ovan visas en traditionell gasturbin för kraftgenerering. I mitten ser man flera brännkammare vilka är monterade som en krans runt gasturbinen. Till vänster om brännkammarna ligger kompressorordelen och till höger turbindelen. Genom att ersätta den så kallade överskottsluften med ånga kan kompressorordelen göras mindre, och den minskade energiåtgången för att komprimera luft kan istället användas till att generera el istället. Ångan som ersätter den luft som nu inte komprimeras kommer från en ångpanna vilken drivs av värmen i avgaserna efter gasturbinen. Avgaserna är ca 500 grader vid utloppet från Gasturbinen. Mer detaljer om Top Cycle turbinen finns beskrivet i tidigare avsnitt.

Utvecklingen av Top Cycle turbinen kommer ske i samarbete med ett flertal industriella partners. Som tidigare meddelats har bolaget inlett diskussioner med en europeisk gasturbintillverkare och bolagen avser att under 2021 genomföra en fördjupad förstudie om förutsättningarna för utveckling av en Top Cycle gasturbin. Denna studie innefattar bl a arkitektur, storlek, material, kylning, marknadsanalys och eftermarknad.

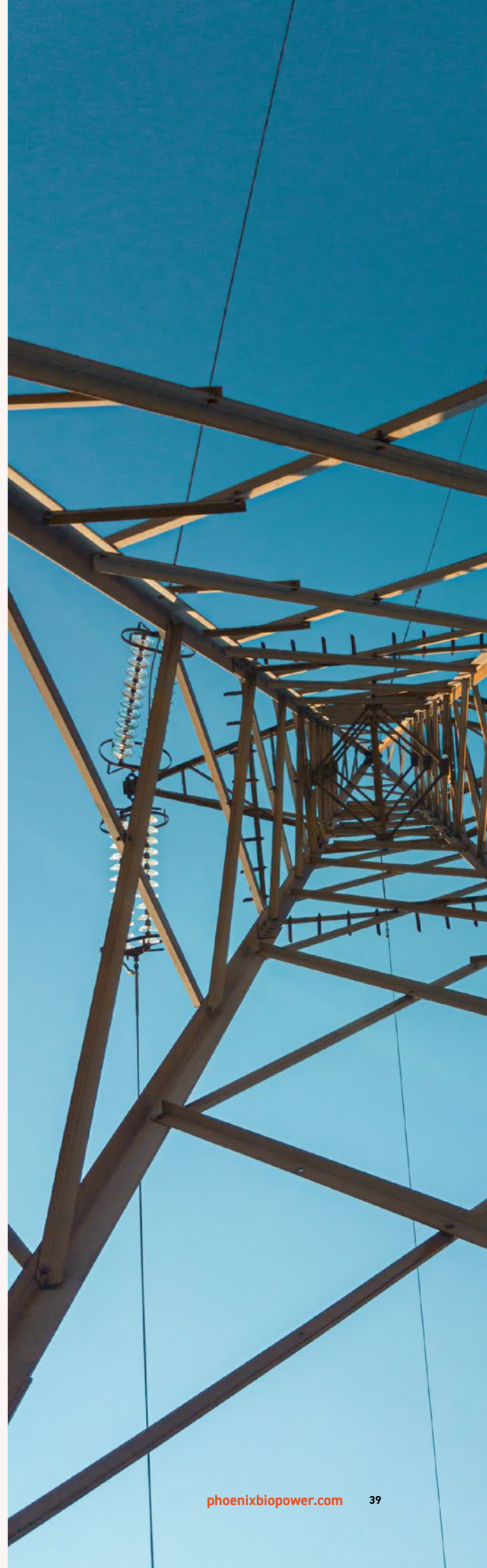
Utöver gasturbintillverkaren, en OEM, kommer ytterligare partners krävas för att genomföra utvecklingen, både för att säkra upp rätt kompetenser, men även för att kunna säkra finansiering för utvecklingen då utveckling av gasturbinen är mycket kostsamt. Målsättningen är att ha en Top Cycle gasturbin kommersiellt färdig senast till driftsättningen av Demoanläggningen i 2027/28.

EUCANwin!

EuCanwin! är ett samarbetsprojekt mellan EU och Canada inom Horizon 2020 som skall titta på förutsättningar för, och tekniks lösning för högeffektiv biokraft i EU och Canada. Inom ramen för projektet skall även resurseffektiv insamling av skogsavfall med nya tekniska lösningar undersökas. Från Sverige deltar Phoenix BioPower, KTH och RI.SE. TU Berlin är även de med i projektet. Bolagets roll i projektet är att vidare utveckla och testa BTC tekniken som ett led i utvecklingsbanan och kommersialiseringsarbetet.



Projektet erhöll en positiv bedömning innan jul 2020 och under våren kommer samtliga avtal förhandlas fram och färdigställas. Projektet är planerat att löpa från maj 2021 och i 3 år med 100 % stöd från EU på ca 12 MSEK (1,23 M€), varav bolaget har direkt tillgång till resultat av det dubbla beloppet. Projektets totala budget för alla deltagande parter är ca 3,5M€.



Pilotanläggningen

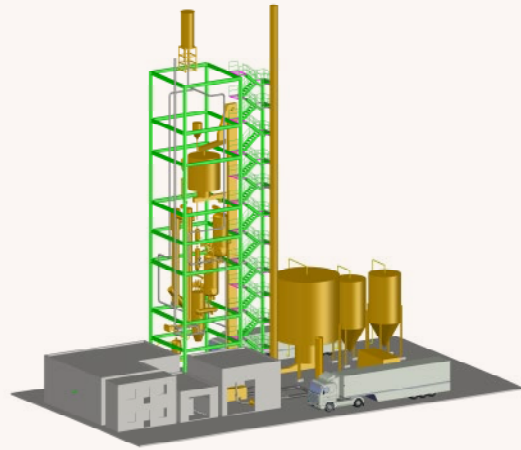
Pilotanläggningen är bolagets viktigaste delmål på vägen mot en kommersiell demoanläggning i full skala. Pilotanläggningen kommer testa tekniken i 1/10 – 1/15 skala med vissa komponenter/delsystem i full skala.

Kapaciteten för anläggningen kommer vara 3–5 MW bränsle och ha ett arbetstryck på 38–35 bar, beroende på vilken del av systemet man tittar på. Förgasningen beräknas ske kring 38 bar och förbränningen kring 35/36 bar.

Under 2020, med avslutning i mars 2021 har en omfattande förstudie tillsammans med Tekniska Verken i Linköping genomförts för att se på förutsättningarna och kraven för att uppföra en pilotanläggning på Gärstadsverket i Linköping. Syftet med att uppföra anläggningen där är att då kunna dela på infrastruktur som t ex ångpanna, personal, bränslehantering och nödvändiga miljöförhållanden. Förstudien tittar även på kostnaden för att uppföra anläggningen vilket är nödvändigt för att kunna planera för finansieringen av anläggningen. Då detta är en icke-kommersiell pilotanläggning som testar hela systemet i industriellt relevant skala är det bolagets bedömning att en stor andel offentligt och industriellt stöd kommer vara nödvändigt för att kunna genomföra projektet. Genom det pilotförstudieprojekt som avslutas i mars har budgeten för Pilotanläggningen uppskattats till ca 30M€ inkl konstruktion, uppförande, drift, nedmontering och rimlig säkerhetsmarginal.

I denna anläggning kommer både det integrerade systemet kunna testas men även olika bränslen kan testas för att se hur effektiviteten påverkas samt beteendet påverkas av olika bränslen utöver skogsavfall. Tillsammans med t ex de energibolag som bolaget sedan våren 2020 genomför förstudier med kan ytterligare bränslen som inte normalt används i Norden testas. Exempel på bränslen är halm, bagass, torv och olika former av skal från jordbruksindustrin.

De system som specifikt kommer testas i Pilotanläggningen är trycksättning/inmatning, förgasning, gasrening, förbränning, kylning



av turbinkomponenter, material för den heta delen i gasturbinen, askutmatning, rökgasbehandling samt anläggningsprestanda. I Pilotanläggningen kommer inte någon el produceras då det inte kommer finnas någon roterande komponent. Endast en, av t ex 10, brännkammare i full skala testas. En sektion av gasturbinen testas för aerodynamik, kylning och material. Detta är tekniskt tillräckligt för att kunna ta vidare i utvecklingen av en komplett gasturbin och därmed minska dess utvecklingskostnad. Sammantaget kommer detta tillsammans ge nödvändiga tekniska resultat för att med förtroende kunna färdigutveckla Demoanläggningen i full skala på 25–30 MWe.

Efter den inledande pilotförstudien kommer detta projekt fortsätta med grundläggande konstruktion under 2021/2022, detaljerad konstruktion och upphandling 2022, uppförande 2023 och driftsättning 2024. Starten för konstruktionsarbetet är avhängigt industriella partners, beslut om samarbete med Tekniska Verken om uppförandet samt offentlig stödfinansiering.

HTC och SFC

HTC, High Temperature Corrosion Centre och SFC, Svenskt Förgasningscentrum, är två kompetenscentra som bolaget samarbetar med inom material (HTC) och förgasning (SFC) under högt tryck. Dessa kompetenscentra är ett samarbete mellan akademi och industri där gemensamma utvecklingsinsatser görs inom områden som är av intresse för industriella aktörer. Då BTC tekniken dels utsätter materialet för mycket svåra miljöer med högt tryck, höga temperaturer och mycket ånga gör inom HTC undersökningar om det åt bolaget, dock inte material inom gasturbinen, den utvecklingen sker inom andra projekt. På samma sätt är förgasning under högt tryck något som inte tidigare gjorts under de förutsättningar som BTC kräver. Tidigare har man begränsat sig till 20–30 bar, där Bolaget siktar på 40–60 bar. SFC som projekt avslutas under 2021 men organiserande parter arbetar för att upprätta en fortsättning på detta arbete för 2022–2027.

Kommande projekt

Som framgår har bolaget en omfattande projektportfölj samt en ambitiös plan för att kommersialisera bolagets huvudsakliga tekniker. Som resultat av ovanstående projekt kommer de mynna ut i nya projekt som idag inte är helt definierade, även om Bolaget har visibilitet på dess behov. Som exempel kan nämnas att de förstudier som bedrivs tillsammans med energibolagen med största sannolikhet kommer leda till uppföljande, fördjupade studier om förutsättningarna.

Bolaget ser även CCS som ett viktigt område att göra fördjupade studier avseende identifiering av bästa möjliga teknik för integration med BTC/TopCycle. Då vår teknik har stora mängder spillvärme som kan användas för att driva en CCS process utan att påverka kraftproduktionen ser vi stor potential för detta. Det skulle innebära att alla anläggningar blir kraftvärmeanläggningar som levererar värme till ett fjärrvärmennät och/eller en CCS anläggning. Givet de förväntade ersättningsarna från CCS ser bolaget detta som en viktig intäktström för BTC/TopCycle anläggningarna.

Marknadsstrategi och kommersialisering

De avancerade BTC och Top Cycle gasturbinteknikerna är inte okomplicerade att marknadsföra och sälja. De kräver sofistikerade partners och metoder för kommersialisering. Marknadsföring och försäljning av anläggningar och tekniken kommer att kräva en mängd kontakter, partners och nätverk för att förverkliga en första BTC anläggning.

För mogna kraftvärme/biokraftmarknader som Norden, Baltikum, Tyskland och Östeuropa kommer företaget inledningsvis att söka marknadsposition i utbytes-/reoveringsprogrammen för befintliga biomassa och fossila anläggningar. På så sätt kan både det köpande anläggningsbolaget och Phoenix BioPower kapitalisera på befintlig infrastruktur för fjärrvärme, elnät, personal, bränslehantering och leverantörskedjor.

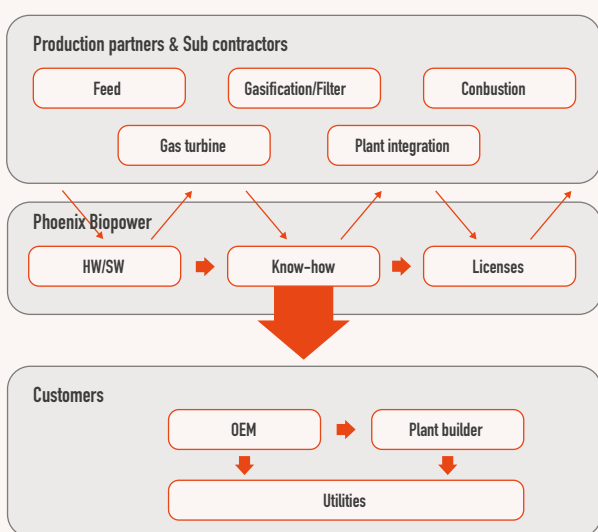
Phoenix BioPowers primära affärsmodell bygger på en modell med två inkomstkällor.

- Försäljning av nyckelkomponenter / hårdvara / system (€/kW)
- Royaltintäkter på producerad energi. (€/MWh)

Dessutom förväntas vissa konsultintäkter i samband med förstudier inför och uppförande av kommersiella anläggningar, men beräknas vara mindre än någon av de ovannämnda intäktskällorna.

Nyckelkomponenter

Företaget avser att utveckla nyckelkomponenter och system för både BTC och Top Cycle, t ex PACS, och leverera dem till en EPC¹ aktör, anläggningsbyggare, som levererar en nyckelfärdig lösning till en anläggningsköpare. Att identifiera och rekrytera dessa partner kommer att ske som en del av utvecklingsfasen för teknik samt en del av skapandet av samutvecklingssamarbeten. Detta arbete bedrivs genom befintliga nätverk, konferenser och mässor, anbud och andra aktiva kontaktsökande aktiviteter men även som ett resultat från utvecklingsverksamheten.



Figur 14: PBP modell för samarbetsutveckling och leverantörer. Intäkterna från försäljningen av utrustning kommer att baseras på €/kW-modell.

Det finns en uppskattad total anläggningskostnad / kW för att bygga ett nytt kraftverk.² En liten del av denna kostnad kommer utgöras av nyckelkomponenter vilka kommer att levereras av Phoenix. Den exakta sammansättningen av produktmixen som tillhandahålls av Phoenix, och deras specifika intäkter, kommer att identifieras under de kommande studierna och projekten, men de första kandidaterna inkluderar Trycksättning/inmatning, Förgasare, Gaskylare, Förbränningsystem (PACS) och Högtrycksturbin. Utöver dessa kommer styrsystem och anläggningsknow-how och funktionsspecifikationer utvecklas och erbjudas i samarbete med partners.

Komponenter kommer att tillverkas av etablerade OEM-leverantörer för leverans av PBP, eller helt licensieras till tillverkare för direkt leverans till slutkund. Se illustration ovan.

En liknande metod kommer att tillämpas för gasturbintekniken Top Cycle. Phoenix kommer att leverera viktiga komponenter och know-how till en ledande OEM som kommer att tillverka och montera den kompletta gasturbinen. Identifierade kandidater för detta är förbränningsystem (PACS) och högtrycksturbin tillsammans med övergripande arkitektur av gasturbinen.

Intäkter från försäljning av viktig utrustning kan mycket väl illustreras av royalty betalningar på sådan utrustning snarare än Phoenix BioPower säljer / marknadsför hårdvaran.

Royalty modell

Vår royaltymodell baseras på energi producerad, €/MWh från en anläggning, och kopplas till de service- och garantiavtal med anläggningsbyggaren som anläggningen kommer ha. Nivån på royaltyavgiften kommer att vara liten i förhållande till anläggningens intäkter och marginaler. Vi räknar med att royaltyavgiftsintäkterna blir betydande när antalet installerade anläggningar växer. Royaltymodellen tillämpas huvudsakligen för BTC anläggningar och i begränsad omfattning för Top Cycle anläggningar, främst då denna modell inte förekommer inom gasturbinmarknaden.

Genom ökade anläggningsmarginaler som följer av lägre LCOE och den högre intäktspotentialen från fler driftstimmar, nättjänster, och CCS jämfört med variabel elproduktion möjliggör för en royaltyavgift som ändå ger högre marginaler än traditionell teknik. I våra planer uppskattar vi att en avgift kan vara så låg som 4 % av det genomsnittliga marknadspriset.

För närvarande finns det få, om ens några, mekanismer för att prissätta värdet av planerbar kraft och effekt. Energimyndigheten har under 2020 fått i uppdrag att utreda dels denna typ av mekanismer

1. EPC – Engineering, Procurement and Construction, en aktör som tar helhetsansvar i uppförandet av en anläggning gentemot köparen, t ex ett energibolag i detta fall.

2. €4300 - €1800 beroende på storlek, 10-100 MWe, mogen teknik dvs "den 10e anläggningen". Det förutsätts att de inledande anläggningarna kommer att ha en högre €/kW kostnad.

, samt hur den planerbara kraften, särskilt biokraften, kan bevaras och utvecklas i ett system med mer väderberoende kraft. I vänta på sådana mekanismer i marknaden har vi uppskattat ett påslag på 4 % för att täcka royaltavgiften. Studier från NEPP indikerar en årlig premie på ca 25 €/MWh i genomsnitt för planerbarkraft i det nordiska energisystemet, betydligt högre än royaltyns 4 %. Liknande resultat ser vi även från andra europeiska marknader.

Andra scenarier

Partners kommer vara avgörande för att etablera BTC-produkten. I arbetet med teknikutveckling och de partners som kommer rekryteras ser vi en klar möjlighet att större aktörer kommer att vilja köpa en del av eller alla de tekniska rättigheterna och potentiellt även hela företaget. Självklart kommer detta påverka affärsmodellen om en sådan utveckling förverkligas. Det är dock inte meningsfullt att nu spekulera om konsekvenserna av en sådan utveckling.

PARTNER STRATEGI: PUSH-PULL



Den strategi som bolaget använder för att möjliggöra den utveckling och kommersialisering som krävs för att realisera bolagets tekniska plattform kallar vi en push-pull-strategi:

- Push (teknik): Adressera de största tekniska riskerna i förstudier, genomförbarhetsstudier, tester och prototyper, samtidigt som bolaget knyter till sig leverantörer som underentreprenörer för att skapa acceptans för tekniken leverantörsledet. Detta genom att aktivt informera marknaden och marknadsaktörer inom leverantörssidan
- Pull (marknad): Genom att säkerställa en tydlig efterfrågan från anläggningsägande aktörer för BTC-projektet och bygga upp en

efterfrågan på teknik- och demonstrationsanläggningen, inledningsvis genom vår referensgrupp, men även genom de olika projekt som bedrivs under utvecklingsfaserna. Detta är ett aktivt arbete riktat mot slutanvändare/anläggningsägare

Syftet med push-pull-strategin är att engagera de stora aktörer som krävs för det nätverk av partners och leverantörer som behövs för både pre-kommersiell samutveckling och för kommersialiseringen. Detta kommer som en nödvändighet för att motivera de investeringar i teknikutveckling och kommersialisering som kommer krävas för internationell framgång för tekniken och bolaget

PARTNERNÄTVERK

För att nå kommersiell framgång för Top Cycle och BTC-teknikerna kommer ett betydande nätverk av partner krävas. Det är också genom detta nätverk som push-pull-strategin tillämpas. Exempel på teknik- och affärsområden där vi söker samarbeten är exempelvis:

- Anläggningskonstruktion och uppförande
- Teknik för förgasning av biomassa
- Gasturbinteknik
- Styr- och regler-system gör anläggningar
- Teknik för gasrening
- Materialteknik
- Bränslehantering
- Finansieringslösningar för anläggningar

Den tidigare nämnda referensgruppen utgör sedan 2017 basen för det partnersnätverk som bolaget arbetar med att bygga upp. Syftet med denna referensgrupp att få inblick och ta del av intresset för och vilka beslutskriterier och åsikter som ligger bakom ett möjligt investeringsbeslut i en biokraftanläggning i allmänhet och en eventuell BTC anläggning i synnerhet. Referensgruppens deltagande i teknikutvecklingen kommer att vara avgörande i arbetet att identifiera de potentiella första kunderna i Norden, lämplig första storlek på första BTC-anläggningen samt andra nyckelkrav.

Övriga aktörer inom basindustrin i Sverige, men även EU, kommer att kontaktas allt eftersom projektet fortskrider för att rekrytera ytterligare medlemmar till referensgruppen. Nyckelaktörer som vi för närvarande söker är inom leverantörs-, anläggningsbyggnads- och konsumentsektorerna för att komplettera deltagande från alla delar av en anläggnings värdekedja.

Utöver de svenska aktörerna referensgruppen har företaget 2020, trots Corona, lyckats rekrytera tre internationella och välrenommerade företag för industriell samutveckling och förstudier om marknads efterfrågan och tillämpning:

Zorya-Mashproekt (ZM Turbines), Ukraina

I början av juni 2020 undertecknade företaget en NDA med ZM Turbines för att inleda arbetet för att förbereda en förstudie för samutveckling av en Top Cycle gasturbin. ZMT är en ledande ukrainsk gasturbintillverkare och ett dotterbolag till det statsägda militär-konglomeratet Ukroboronprom. ZM Turbines har en lång historia av att leverera gasturbiner för industriella och militära ändamål, inklusive marina, och har hittills levererat över 50 000 MW och 4 000 GT-enheter för marina tillämpningar och 450 enheter och 6 000 MW inom kraftproduktion. Produktsortimentet är från 5–63 MW. Bolagets huvudmarknader är före detta Östeuropa och Sovjet med ytterligare närvaro i Kina och Mellanöstern men arbetar aktivt att söka sig mot EU marknaden. Företaget har ca 9 000 anställda och har sitt huvudkontor i Mykolaiv, sydväst om Kiev.

Särskilt intressant med ZMT är deras erfarenhet av ånginjicerade gasturbiner med vattenåtervinning från rökgasen i deras Aquarius produkt. Principerna för denna påminner till stor del om Top Cycle turbinens funktion och ZMT är en av mycket få gasturbintillverkare som har erfarenhet av detta.

Europeiskt energibolag nr 1

I maj 2020 undertecknade företaget ett NDA med ett europeiskt energibolag för att undersöka tillämpningen av BTC- och Top Cycle-teknikerna på en eller flera av sina anläggningar i Europa. Bolaget driver mycket stora biokraftanläggningar och är mycket aktiva i sin jakt efter lösningar som kan sänka kostnaderna för biokraft, men även för lösningar inom områdena vätgas, CCS och BECCS. Top Cycle och BTC-teknikerna erbjuder lösningar på många av deras frågor och önskemål, särskilt vad gäller storleken på skalan. Genom BTC teknikens skalbarhet möter den många av de krav som ställs upp.

Med bakgrund i de ambitionen som aktören har samt önskar uppnå inom 10 år och den möjlighet som BTC tekniken erbjuder i relation till detta genomför nu Phoenix tillsammans med aktören en gemensam förstudie i syfte att se på krav, utmaningar, funktion, kostnader och roll i marknaden för en BTC anläggning från aktörens perspektiv och förutsättningar.

Europeiskt Energibolag nr 2

I maj 2020 tecknade företaget ett NDA med annat europeiskt energibolag för en förstudie för att tillämpa BTC-tekniken vid en eller flera av dess anläggningar. Energibolaget är en operatör av flera biokraftanläggningar, främst i kombination med jordbruksindustrier. Bolaget har över 800 MWe anläggningar i drift i dagsläget. Huvudsakligt bränsle är jordbruksavfall men även kol, vilket de avser fasa ut. Det är i samband med utfasningen av det fossila bränslet som en BTC anläggning blir intressant för dem.

Som en storskalig operatör av biokraft med jordbruksavfall kompletterar aktören kravspecifikationen för BTC-anläggningen för andra bränslen än de som används i Norden, vilket representerar ett av de bränslena med störst marknadspotential för BTC-tekniken, bagasse.

Somas Instrument AB

I juni 2020 inledde Somas och Phoenix ett projekt för att gemensamt utveckla en ventillösning för bränsleinmatnings- och trycksättningsstadiet för BTC-tekniken. Eftersom trycksättning av bränslet är en kritisk del av processen är det viktigt att ventiltekniken vidareutvecklas med de särskilda utmaningar som ångdriven trycksättning innebär. Detta projekt genomförs inom ramen för ett av energimyndigheten finansierat projekt.

Marknaden

Världens energisystem genomgår i dagsläget en omfattande omstöpning där gamla produktionsmetoder och energikällor fasas ut och ersätts med nya. Det är främst de fossila energislagen som genomgår en utfasning i många marknader, och då främst energiproduktion baserad på kol och olja som bränsle.

Majoriteten av den nya elproduktion som tillkommer, och därmed ska ersätta den fossila, förväntas komma från sol- och vindkraft. Till 2050 räknar IRENA att ca 50 % av världens elproduktion ska komma från sol- och vindkraft.

Samtidigt som dessa fantastiska tekniker löser ett problem (koldioxidutsläpp), ger de upphov till nya problem, främst effektproblem. Det som i dagligt tal kallas elbrist. Detta kommer av att den traditionella, fossila, energiproduktionen är planerbar där sol- och vindkraft är intermitterant, variabel, och produktionen är väderberoende och inte kan planeras. Det är för att möta detta, nya, problem som bolaget ser en stor marknadspotential för bolagets tekniker; att leverera förnybar energi när det behövs, där det behövs.

Phoenix BioPower utvecklar två huvudsakliga tekniker, mellan vilka det finns en klar koppling; Top Cycle och BTC (läs mer om teknikerna i avsnitt 3). Båda dessa är inriktade på verkligt stora och globala marknader med potential att möjliggöra en massiv utfasning av fossila bränslen för energiproduktion, både el och värme. I kombination med annan tillgänglig teknik på marknaden ser bolaget fyra huvudsakliga områden där bolagets teknik optimalt kan tillämpas med stora fördelar jämfört med traditionella lösningar av idag.

- Biokraft, inkl kraftvärme
- Storskalig elproduktion från vätgas
- Koldioxidinfångning, s.k. CCS¹
- Den traditionella gasturbinmarknaden (med CCS och/eller kraftvärme)

Med gasturbinteknikens skalbarhet från 20 – 200+ MWe, kan man hitta applikationer och lämpliga marknader för teknikerna i de flesta

delar av världen. Marknaden för elproduktion från vätgas är i vardande, men förväntas växa betydligt under de kommande årtiondena då produktion av grön vätgas² förväntas öka snabbt de kommande 40 åren samtidigt som andelen variabel elproduktion från sol och vind förväntas stiga markant och därmed öka behoven av planerbar, förnybar el. För kraftproduktion i mindre-skala, förväntas bränsleceller vara den dominerande tekniken, medan för större skala, kraftverksstorlek, är gasturbiner den förväntat dominerande teknikplattformen, något som bl a IEA tar upp.³ Gasturbinmarknaden domineras av ett fåtal globala aktörer vilka tillsammans har en stor majoritet av världsmarknaden, medan biokraft är en betydligt mer fragmenterad marknad, med endast en handfull globala aktörer med en mycket liten andel av den totala marknaden, vanligtvis är nationella eller regionala aktörer inom bl a pannstillverkning eller EPC (Engineering, Procurement & Konstruktion), dvs anläggningsbyggare. Den fragmenterade marknaden för biokraft ger att standardiseringen av anläggningar är liten, och många anläggningar byggs för ett visst specifikt behov. I bl a Kina har dock en "modulisering" av marknaden inletts där samma konstruktion upprepas för att uppnå kostnadsfördelar och effektivitet i anläggningsproduktionsledet.

De flesta anläggningsägarna inom biokraftsektorn är vanligtvis lokala/nationella offentligt ägda företag även om det privata ägandet som andel av totalen har ökat mycket de senaste 10–15 åren globalt, både genom privatiseringar men också genom att privata initiativ har snabbare kunnat möta marknads efterfrågan.



1. CCS: Carbon Capture and Storage. Att med Teknik fånga in koldioxid från en avgas, t ex vid en anläggnings skorsten, för att lagras i berggrund eller akviferer över 800 m under marken.

2. Grön vätgas är vätgas som producerats med hjälp av förnybar energi, t ex vindkraft för att spjälka vatten genom elektrolys. Blå vätgas är vätgas som produceras från fossil råvara men där koldioxiden fångas in och lagras. Grå vätgas är vätgas som produceras från fossil råvara som naturgas eller kol.

3. The Future of Hydrogen, IEA June 2019

ELMARKNADEN I SVERIGE

Elmarknaden i Sverige har traditionellt stått på tre ben; kärnkraft, vattenkraft och kraftvärme/import. På 90-talet var fördelningen ca 45/45/10%. På senare tid har denna fördelning ändrats kraftigt, främst till följd av utfasningen av kärnkraften och en kraftig utbyggnad av vindkraften. Det ger att 2019 representerade kärnkraften och vattenkraften ca 40% var, biokraften 8–10 % och vindkraften 10–12 % av producerad el inom Sverige. Framöver kommer kärnkraftens andel att minska ytterligare då Ringhals 1 och 2 fasas ut, vilka tillsammans representerade knappa 10 % av årsproduktionen 2019 samtidigt som vindkraftens andel väntas öka drastiskt. För 2020 väntas knappa 30 TWh produceras, eller nästan 20 % av all el producerad. Biokraftens andel ligger kring 10 % och om inte förutsättningarna för planerbar energi förändras, eller ny, effektivare, teknik kommer in på marknaden förväntas den andelen minska de kommande åren till följd av bristande lönsamhet.

Det kan bli dyrt när det inte blåser

I det mer lokala, svenska perspektivet ser vi en snabb utveckling av försämrade effektbalans, dvs att det inte finns tillräckligt med el när det behövs, där det behövs. Detta gäller främst södra Sverige och Stockholm/Märladalen.

Detta drivs huvudsakligen av utfasningen av kärnkraften som huvudsakligen är lokaliserad i södra Sverige. Samtidigt ökar elförbrukning kraftigt i hela landet. I Södra Sverige till följd av befolkningstillväxt och i norra Sverige till följd av industrisatsningar som Hybrit, LKAB:s satsning på fossilfri järnsvamp och det senaste projektet H2 Green Steel. Dessa tre projekt beräknas tillsammans kräva upp till 95 TWh el/år⁴, det är mer än hälften av dagens elförbrukning på ca 140 TWh. Totalt produceras 150–170 TWh el per år i Sverige inkl export. Samtidigt skall ytterligare ca 55 TWh kärnkraft fasas ut⁵ och ca 60 TWh⁶ vindkraft tillkomma till 2040. Sammanlagt ger det en omfattande brist på både tillgänglig el och tillgänglig effekt om inte ny, planerbar elproduktion tillkommer.

Vid en grov överslagsräkning med relativt konservativa antaganden får vi bilden av att Sverige kommer ha ett importbehov som kraftigt överstiger hela vattenkraftsflottans produktion till 2045 (65 TWh 2020)! Till bilden hör att Energimyndigheten i sina långtidsprognoser förväntar sig att elförbrukningen i Sverige ökar från dagens ca 140 till 180 TWh, en bedömning som vi inte riktigt delar då vi inte ser att de tre ovan nämnda projekten inte ryms inom den förbrukningen.

Svenskt Näringsliv bedömer i sin rapport *Högre elanvändning 2045*⁷ att elförbrukningen förväntas bli ca 200 TWh till 2045. I antaganden ovan har innovativa projekt som CemZero för utsläppsfri cement som beräknas kräva ca 6–7 TWh/år inkluderats i "Övriga samhället". Även en elektrifiering av kemiindustrin, vilken kan motsvara en ökad elförbrukning på 20–25 TWh/år, ingår.

Vad som även måste tas i beaktande när man tittar på den svenska elmarknaden till t ex 2045 är åldern på dagens anläggningar. 100 TWh av dagens 160 TWh elproduktion kommer att nå sin ursprungliga livslängd fram till år 2045 enligt Energimyndighetens bedömningar. Så oavsett om man tror elförbrukningen är 180, 200 eller 275 TWh så måste stora delar av dagens produktionskapacitet bytas ut de kommande 20–30 åren.

**ATT DEN TILLGÄNGLIGA PRODUKTIONS-
KAPACITETEN MINSKAR BEROR TILL STOR
DEL PÅ DEN SUCCESSIVA AVVECKLINGEN
AV SVENSK KÄRNKRAFT SOM ANTAGITS
I SCENARIOT. VINDKRAFTEN, SOM
I REFERENSSCENARIOT FÖR 2040
PRODUCERAR MER EL PÅ ÅRSBASIS ÄN
VAD DE AVVECKLADE KÄRNKRAFTS-
REAKTORERNA SKULLE HA GJORT OM DE VAR
KVAR I DRIFT, BERÄKNAS I DEN STATISKA
METODEN KUNNA BIDRA MED 9 PROCENT AV
INSTALLERAD EFFEKT UNDER TIMMEN MED
HÖGST ELFÖRBRUKNING, JÄMFÖRT MED 90
PROCENT FÖR KÄRNKRAFTEN.**

SYSTEMUTVECKLINGSPLAN 2020–2029, SVENSKA KRAFTNÄT

Sammantaget ger det att vi bedömer det som att behovet av ny elproduktionskapacitet i Sverige och övriga Norden kommer vara omfattande inom 10 år och fortsätta vara stort bortom 2050. BTC kommer inte vara den enda lösningen, men med utgångspunkt i ovanstående så kommer den utgöra en viktig del i det framtida elsystemet, särskilt i södra Sverige där planerbar produktion i allt större omfattning saknas, både i absoluta och relativa termer.

TWh	Förbrukning	Produktion	Över-/underskott
2020	140	160	20
Förändring av produktion och konsumtion			
Fossilfritt stål	95		
Transport	10		
Övriga samhället	30		
Ökad vindproduktion till 2045		70	
Utfasning Kärnkraft		-55	
2045	275	175	-100

Tabell 5: Förenklad beskrivning av elförbrukningens och elproduktionens möjliga utveckling från 2020 till 2045 enligt nu kända planer.

4. www.ssab.se samt www.lkab.se och www.h2greensteel.com/.

5. Kärnkraften producerar 60–65 TWh/år, efter utfasningen av R1 och R2 i Ringhals minskar detta med ca 13 TWh/år. www.energiforetagen.se och www.vattenfall.se.

6. Vindkraftsscenario till 2040, Svensk Vind, mars 2020

7. https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/2spdr2_hogre-elanvandning-2045pdf_1138079.html/Hgre+elanvandning+2045.pdf.

Ökad Effektbrist i Sverige

I Svenska kraftnäts Systemutvecklingsplan för 2020–2029 framgår att effektbalansen i Sverige för en normalvinter är - 1 000 MW, vilket motsvarar reaktorn Oskarshamn 3, eller nästan 6 st KVV8 i Värtan i Stockholm eller nästan 4 Rya Kraftvärmeverk i Göteborg. Detta underskott beräknas öka 11 gånger till 11 500 MW till 2040 enligt dagens kända planer enligt rapporten. Detta gäller det så kallade statistiska scenariot utan import. En av anledningarna till att utgå från att ingen import ska räknas med är att om det inte blåser i Sverige har nog våra grannländer Danmark, Tyskland och Norge själva behov av att importera, eller åtminstone begränsad tillgång till el att exportera vid dessa tillfällen.

Ett exempel på den tilltagande effektbristen illustrerades andra veckan 2021 då både det oljeeldade Karlshamnsverket och det naturgaseldade Ryaverket i Göteborg startades för att möta behovet som uppstod i samband med svag vind och kyla. På samma sätt såg vi att Karlshamnsverket för första gången på många år startades mitt i sommaren 2020. Resultatet av detta är att utsläppen från fossila källor ökar i Sverige. Denna utveckling fortsatte under februari månad då vi såg rekordhöga priser i framförallt södra Sverige, i elområde 3 och 4.

En konsekvens av den ökade effektbristen är att överföringskapaciteten från norra Sverige minskar. Det kan verka paradoxalt, men har med stabiliteten i elsystemet att göra, enklast beskrivet i frekvensen, 50 Hz, som är den som gäller för växelströmmen. För att överföring ska kunna ske stabilt till södra Sverige krävs det att det finns anläggningar som kan upprätthålla frekvensen även i Södra Sverige, så kallad svängmassa, och ju mindre svängmassa, desto lägre kapacitet för överföring.⁸

Ökad volatilitet i elproduktion och priser ger högre intäkter för planerad produktion

Varaktighetsdiagram där årets timmar är placerade från dyrast till billigast. Ju mer variabel kraft som finns i systemet, desto lönsammare blir planerbar kraft och desto mindre lönsam blir variabel kraft. Vi har de senaste två somrarna sett bevis för detta med negativa elpriser i Danmark och under 2020 har vi har nu även börjat se detta i Sverige, och detta inte på sommaren som man skulle kunna tro.

Den sistnämnda uppstår då låga elpriser oftast uppstår i samband med blåsiga förhållanden, när vindkraft producerar som mest. Det ligger i vindkraftmarknadens natur. När det blåser över stora områden uppstår stora elöverskott som alla vill exportera, både inom och utanför landet. En BTC anläggning är igång hela vintersäsongen och kommer till viss del också få samma priser som vindkraft. De absolut lägsta kan dock undvikas. Vindkraft kan däremot inte undvika dessa och kan sällan fånga de absolut högsta priserna heller.

Det är intressant att jämföra två dagar kring årsskiftet 2020/2021, 2 november 2020 och 8 januari 2021, för att se hur marknaden påverkas av en ökad andel väderberoende elproduktion och en utfasning av planerbar elproduktion från bio- och kärnkraft. 2 november hade vi mycket starka vindar i hela Sverige. Det ledde till att vindkraften stod för över 1/3 av elproduktionen samtidigt som priset föll drastiskt till under 5 öre/kWh och under fyra timmar var elpriset till och med negativt (kl 00-04). Det var andra gången som vi hade negativa elpriser i Sverige, första gången var 2 februari 2020.

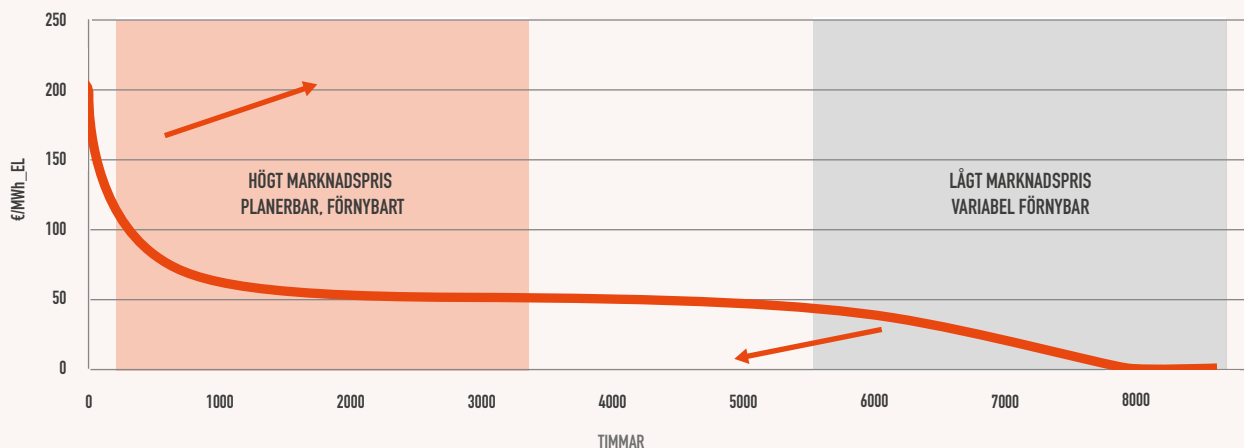


Diagram 4: Varaktighetsdiagram där årets timmar är placerade dyrast till billigast. Ju mer variabel kraft som finns i systemet, desto lönsammare blir planerbar kraft och desto mindre lönsam blir variabel kraft. Vi har de senaste två somrarna sett bevis för detta med negativa elpriser i Danmark på somrarna.

8. Detta förhållande förklaras bra av Maja Lundquist i Ledarredaktionens podd 24 februari i samtal med Staffan Quist, energiforskare under ledning av Anders Eriksson. <https://podcasts.apple.com/se/podcast/hur-tryggar-vi-elf%C3%B6rs%C3%B6rjningen/id1452591671?i=1000510635946>

Det hann inte gå många dagar på det nya året förrän rekordpriser noterades. 8 januari 2021 var elpriset i Sverige hela 77 öre/kWh, eller mer än 20 gånger högre än 2 november för norra Sverige och 15 gånger högre för södra. Det är det högsta elpriset Sverige haft sedan 2016.

Dessa kraftiga rörelser i elpris är en effekt av två långsiktiga trender vi kan se i det svenska och nordiska elsystemet; minskad planerbar elproduktion och ökad variabel elproduktion (vindkraft). Denna utveckling kommer fram till 2040/45 att ytterligare förstärkas då kärnkraften skall fasas ut och tre gånger så mycket vindkraft förväntas produceras⁹.

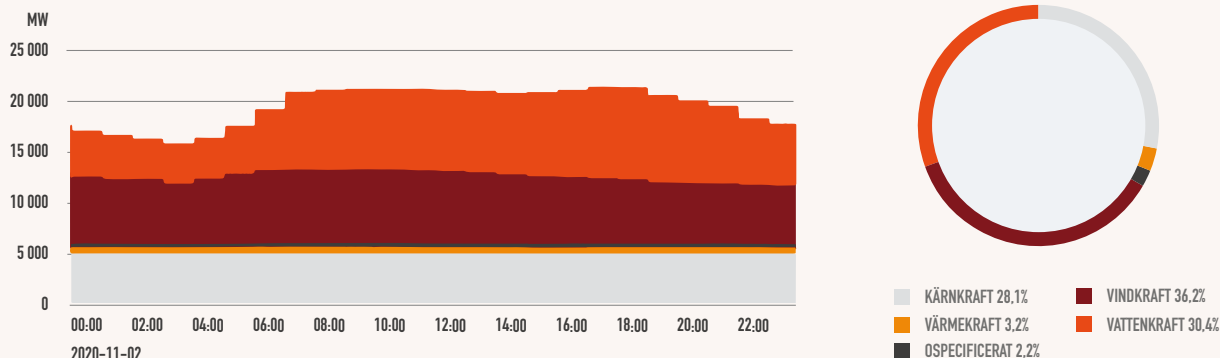
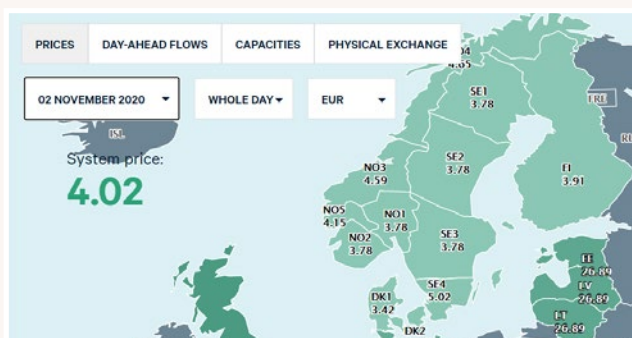


Diagram 5: Urklipp från Svenska Kraftnät och Kontrollrummet 2020-11-02 som visar på de extremt låga systempriserna när det är stor andel vindkraft. www.svk.se/drift-av-transmissionsnatet/kontrollrummet



Figur 15: Urklipp från Svenska Kraftnät och Kontrollrummet 2020-11-02 som visar på de extremt låga systempriserna när det är stor andel vindkraft. www.svk.se/drift-av-transmissionsnatet/kontrollrummet



Figur 16: Urklipp från Svenska Kraftnät och Kontrollrummet 2021-01-08 som visar på de höga systempriserna när det är liten andel vindkraft.

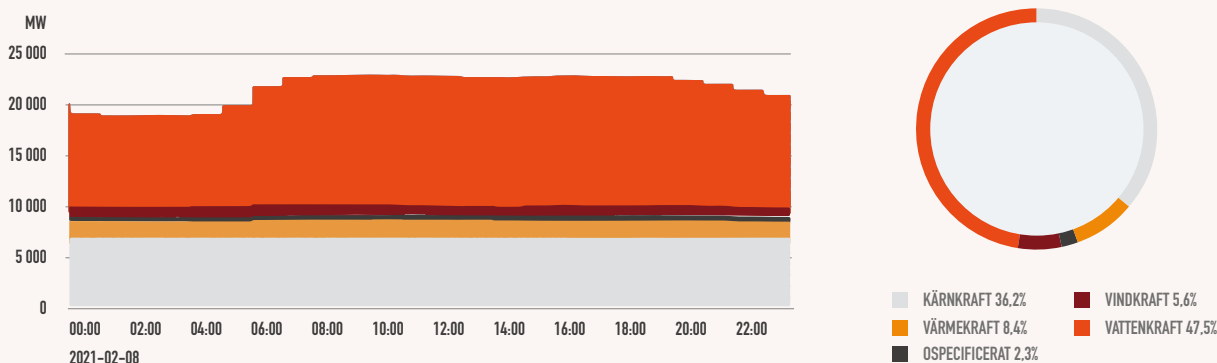


Diagram 6: Urklipp från Svenska Kraftnät och Kontrollrummet 2021-01-08 som visar på de höga systempriserna när det är liten andel vindkraft.

9. Enligt Svensk Vinds prognos 2020 beräknas 90 TWh produceras 2040, jämfört med 2020 då ca 30 TWh producerades.

Ökande prisskillnader mellan norr och söder

En annan effekt av utfasningen av planerbar elproduktion i främst södra Sverige och en ökad andel vindkraft ger kraftigt differentierade priser för de olika elområdena. Ett exempel på detta är morgonen den 12 februari då prisskillnaden på NordPool var mycket stora; 510% högre pris i SE4 än i SE1. Dessa prisskillnader drivs främst av effektbrist och bristande överföringskapacitet mellan produktion och konsumtion. Majoriteten av den planerbara och reglerbara elproduktionen finns i norra Sverige, vattenkraften, samtidigt som majoriteten av befolkningen och förbrukningen ligger i södra Sverige kring storstäderna. Efter utfasningarna av kärnkrafterna i Barsebäck, Oskarshamn 1&2 och Ringhals 1&2 samt det fossila Öresundsverket samt uteblivna nyinvesteringar i biokraft de senaste åren har förvärrat effektbristen och därför skillnaderna i elpriser mellan norr och söder tillsammans med ökande konsumtion i områden där el inte (längre) produceras.

Var ska framtidens el komma från?

2019 förbrukade Sverige 138 TWh el. Samtidigt produceras normalt 140 - 160 TWh per år. Detta ger ett totalt elöverskott på upp till 20 TWh, dock finns perioder av omfattande import. Elproduktionen utgör normalt (2019) till ca 40 % av kärnkraft, 40 % vattenkraft, 12 % vind och resten från främst biokraft. Efter nerläggningen av Ringhals 1 & 2 har andelen kärnkraft minskat samtidigt som andelen vindkraft ökat kraftigt och förväntas 2020 uppgå till nästan 30 TWh, eller uppemot 20 %.

Om vi utgår från dessa produktionsvolymerna och lägger till planer för de kommande åren för elektrifiering, industriella projekt och förändringar i elproduktionen ser det lite bekymmersamt ut för Sverige.



Figur 18: Urklipp från Svenska Kraftnät och Kontrollrummet 2021-01-08 som visar på de stora prisskillnaderna mellan norr och söder är det är kallt och det inte blåser.

BIOKRAFT MARKNADEN

I 2017 IEA Energy Outlook rapporterades det att 2/3 av all kraft som produceras globalt var fossil, och en majoritet av denna fossila kraft använder kol som bränsle. Samtidigt utgör biokraft drygt 1 % av kraftproduktionen. Med den nuvarande förändringen av elproduktionskostnaderna och utvecklingen av förändringar i politiken kommer de flesta nya kraftproduktionskapacitet att vara intermittenta förnybara energikällor, med kärnkrafts- och kolkraftverk på avtagande. Detta kommer att leda till en ökad efterfrågan på planerbar förnybar kraftproduktion. Med den för närvarande dominerande kraftcykeln, ångcykeln, är biokraften inte tillräckligt effektiv för att kapitalisera på denna möjlighet, dvs produktionskostnaderna är för höga. Trots detta, baserat på befintlig teknik, den globala biokraftmarknaden

förväntas fortfarande växa betydligt, med 9–13% årligen, fram till 2030 enligt IRENA.

Dagens installerade kapacitet av biokraft motsvarar omkring 60 GWe från omkring 3 800 anläggningar globalt. Europa är den största marknaden när det gäller antalet anläggningar medan Europa, Asien och Latinamerika är likartade när det gäller installerad kapacitet. Europa har en mindre genomsnittlig storlek på anläggningar, mycket på grund av stödsystem i framförallt södra Europa som Italien och Frankrike, vilka främjar anläggningar mindre än 2 MWe.

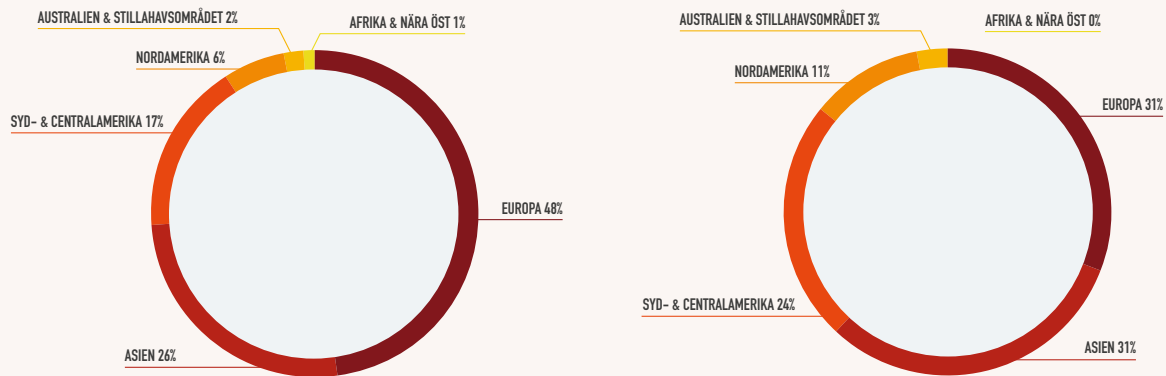


Diagram 7: Worldwide regional shares of plants and capacities in early 2018

Källa: ecoprog 2018

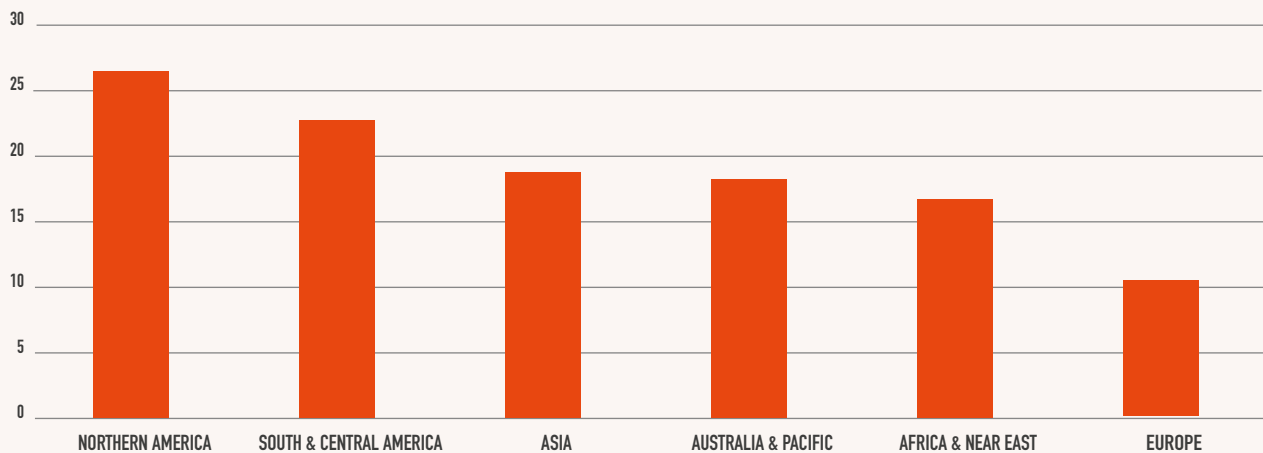


Diagram 8: Average plant capacity per region 2018

Källa: n=4,900 plants = source:ecoprog

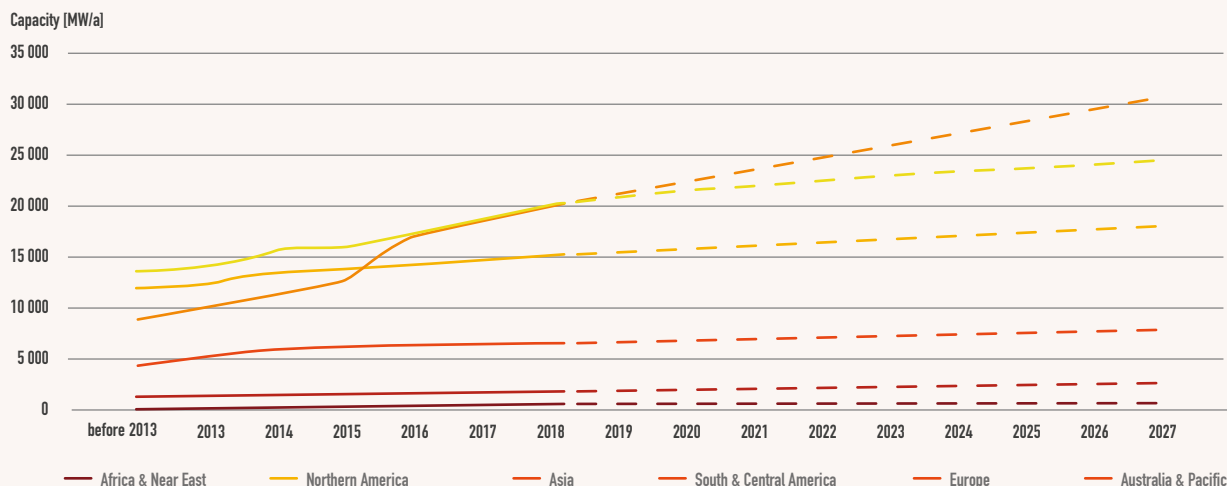
Den högsta tillväxten i bikraftsektorn förväntas främst i Asien med Kina och Indien i främst, vilket motsvarar en betydande majoritet av den asiatiska marknaden. Dessa marknader förväntas enligt IRENA växa med 17–20 % årligen. Europa och Nordamerika förväntas uppvisa mer blygsamma tillväxtsiffror, i linje med förväntad ekonomisk tillväxt (inte med hänsyn till effekterna av Covid-19).

De förväntade marknaderna för hög tillväxt återspeglas också på de marknader där de flesta investeringarna förväntas under de kommande åren, där Kina tar ledningen som den största förväntade marknaden för nya anläggningar. Indien planerar också att investera betydligt i jämförelse med marknadens storlek. I Europa drivs en stor del av de förväntade investeringarna av subventionssystem, många främjar lösningar för småskaliga kraftvärmeverk (<2MW). För Norden drivs investeringarna i första hand av ombyggnad och utbyte av befintliga kraftvärmeverk. Dock är de ekonomiska förutsättningarna i dagsläget sådana att endast ett begränsat antal ombyggnationer av befintliga kraftvärmeverk samt nya kraftvärmeverk genomförs. Detta då nuvarande ersättningssystem för kraftproduktion endast baseras på producerad energi, där ingen ersättning erhålls för planerbarhet eller nättjänster som t ex nät- & frekvensstabilitet. Det ger att dagens teknik med ångcykeln, inte motiverar nya anläggningar.

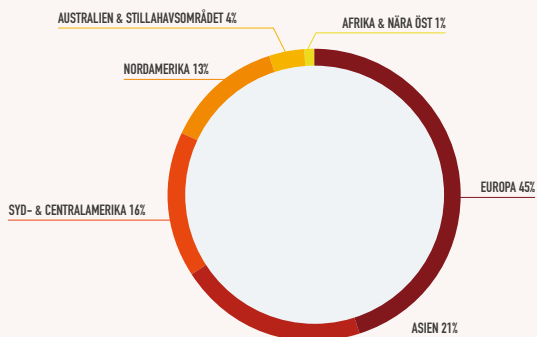
Region	Number of plants	Capacity installed (MW _{el})	Average plant size (MW _{el})
UK & Ireland	96	3 639	38
Scandinavia	261	7 637	29
France & Benelux	206	2 116	10
Eastern Europe	203	2 039	10
Central Europe	452	2 209	5
Southern Europe	688	2 207	3
UK & Ireland	96	3 639	38
Total	1 906	19 847	10

Motsvarande gäller i viss mån för BTC anläggningar i Norden, även om förutsättningarna är bättre till följd av den högre elverkningsgraden.

I december 2020 föreslår Energimyndigheten i en ny rapport¹⁰ att en samlad översyn av de styrmedel som påverkar kraftvärmens genomförs. Detta för att värna kraftvärmens positiva bidrag till energisystemet. Energimyndigheten föreslår också satsningar på bio-CCS. Vi är övertygade om att detta kommer påverka förutsättningarna för planerbar, förnybar energi i Sverige och Norden.



Figur 19: Installerad och förväntad bikraftskapacitet till 2027. BMPP: Biokraftverk.



Country	min Euro - new construction	min Euro - maintenance	min Euro - total invest
Brazil	7,100	8,800	15,800
China	11,400	3,900	15,300
UK	8,900	4,300	13,200
USA	6,700	4,700	11,400
India	4,600	3,400	8,000
Sweden	3,100	3,900	7,000
Finland	2,700	3,500	6,200
Canada	2,900	2,700	5,600
Japan	3,100	1,500	4,600
Italy	1,200	4,000	4,400

Diagram 9: Worldwide investments in new construction & modernisation and maintenance 2018-2027

Källa: Ecoprog 2018

10. <https://www.energiforetagen.se/globalassets/dokument/fjarrvarme/heltackande-bedomning-av-potentialen-for-uppvarmning-och-kyllning.pdf>

MARKNADEN FÖR VÄTGAS

Med de senaste initiativen i EU, Kina och USA håller en ny, grön, vätgasmarknad på att växa fram. På global nivå förväntas grön vätgas, vätgas från förnybara källor, ersätta fossila bränslen för transport och kraftproduktion och industriella insatsvaror. Phoenix BioPowers fokus kommer vara på kraftproduktion.

Dagens vätgasproduktion är i det närmaste uteslutande från fossila insatsvaror och resulterar i koldioxidutsläpp motsvarande Storbritannien och Indonesien tillsammans. Av totalt ca 70 M ton vätgas som produceras årligen (2018) är endast 0,7% förnybar eller kommer från anläggningar där koldioxidutsläppen fångas in (CCS).¹¹

Den nya, gröna, vätgasen, förväntas kunna göra stora steg i både energisektorn men framförallt inom de industriella sektorerna samt transportsektorn. Drivande i denna nya "vätgasekonomi" är behoven av att minska koldioxidutsläppen inom mer än bara transportsektorn samt att kostnaden för förnybar elproduktion, främst från sol och vind, har fallit radikalt de senaste 10 åren. Investeringskostnaderna för storskalig solenergi är idag ca 75% lägre än 2010 och markbaserad vindkraft är idag ca 25% billigare än för tio år sedan. Denna bild delas även av BloombergNEF, ett globalt analyshus som analyserar bl a energimarknaderna. Vid deras senaste möte i Shanghai i december, var ett av ämnena Hydrogen, why this time is different. Även här pekar de på att behoven är annorlunda idag än var det var vid de tidigare gångerna, skälen andra, och produktionspriserna för förnybar energi har fallit radikalt.

De låga produktionskostnaderna för den variabla förnybara energin tillsammans med ett ökande behov av planerbar energi, gör att produktionsöverskott från sol- och vindkraft kan användas för att producera vätgas vilken kan användas till elproduktion eller industriellt behov. Genom att lagra vätgasen kan den användas för att balansera elsystemen och täcka upp för de timmar den variabla energin inte levererar tillräckligt tillsammans med övriga produktionsmetoder. IEA nämner här gasturbiner med kapacitet för 100 % vätgas som bränsle som en viktig komponent i denna framtid.

Under 2020 lanserade EIT-InnoEnergy tillsammans Breakthrough Energy ett initiativ, the European Green Hydrogen Acceleration Center (EGHAC), för att skapa en vätgasbaserad marknad inom EU på minst 100 miljarder Euro per år till 2025 och kan skapa upp till en halv miljon arbetstillfällen både direkt och indirekt inom värdekedjan för grön vätgas, från förnybar elproduktion till effektiv användning av vätgas i industriella processer och för produktion av planerbar förnybar energi.¹² Målsättningen med EGHAC är att vara en nyckelspelare i Europas ekosystem för den gröna vätgasekonomin och samarbeta med andra insatser och initiativ för att möta Europas målsättning att fasa ut fossila bränslen och minska koldioxidutsläppen.

Den viktigaste faktorn för att realisera en "vätgasekonomi" är energikostnaden för att producera vätgasen. Detta kommer av förluster i systemet när energi omvandlas från el till vätgas, komprimeras, transporteras och sedan, kanske omvandlas till elektricitet. Förlusterna för att gå från el till vätgas och tillbaka till el kan vara så höga som 70 % om man räknar in kompression och transport. Med så höga förluster måste insatsvarorna/produktionskostnaderna vara mycket låga. Vi kan dra paralleller till BTC tekniken och ångcykeln; Om man dubblar effektiviteten blir produktionskostnaden lägre och därmed mer konkurrenskraftig.

Vätgas – 4e gången giltigt!

Vätgas har i många år setts som en mycket intressant energibärare och en möjlig lösning till energiproblematiken i världen. Vätgas går att tillverka av t ex vatten eller naturgas, så tillgången är närmast oändlig. Varför har det inte lyckats? Vi har sedan 70-talet sett tre vågor av intresse för skapandet av en vätgasekonomi.

1970-talet

I samband med oljekriserna på 70-talet ökade intresset för ett alternativ till olja och gas från framförallt OPEC länderna. Elektrolystekniken var känd och flera initiativ inleddes.

När oljetillgångarna globalt visade sig vara större än antaget, föll oljepriset och intresset för vätgas svalnade

90-talet

Under 90-talet hade klimatfrågorna kommit upp på den globala dagordningen och flera initiativ i bl a Japan, EU och Kanada lanserades för att föra in Vätgas som en energibärare/bränsle för framtiden. Dock höll sig oljepriserna på relativt låga nivåer vilket gjorde tekniken allt för dyr.

00-talet

I början av 00-talet hade klimatfrågan ytterligare drivit på efterfrågan för förnybara alternativ samt peak-oil blivit ett mer påtagligt scenario. Mot slutet av 00-talet föll efterfrågan på vätgasteknik, mycket till följd av osäkerhet för stödmekanismerna samt att peak-oil började ifrågasättas.

Gemensamt för alla 3 tidigare vågor är att de fokuserat på transportsektorn. Denna gång är målsättningen att använda förnybar vätgas för att ersätta fossila insatsvaror i mer än bara transportsektorn, utan i ett flertal industriella processer som stål, kemi och materialproduktion!

Den här gången gäller det!

11. The Future of Hydrogen, IEA June 2019 pp 18, 31-32

12. www.eghac.com

GASTURBINMARKNADEN

Gasturbinmarknadens storlek översteg 2019 6 miljarder USD och förväntas växa med över 8 % till till 10 miljarder USD 2026, enligt den senaste studien av Global Market Insights, Inc (pre-Covid-19). En ökad efterfrågan på förnybar och hållbar energi inom både kraft och processindustrierna samt tilltagande arbeten för energioptimering driver marknaden. Dessutom kommer integration av förnybar energi i elsystemen globalt driva efterfrågan av flexibel och planerbar elproduktion med hjälp av gasturbiner.

Gasturbiner med en kapacitet på 70MW e till 200 MWe beräknas överstiga årliga installationer på 10 GWe fram till 2026 och utgör mer än hälften av marknadens investeringar i gasturbiner. Bränsleflexibilitet, snabbstart och optimerade ramtider, kostnadseffektiva installationer och kombicykelanläggningar med över 63 % elverkningsgrad är faktorer som driver investeringar i nya produkter. Bränsleflexibilitet betecknas av möjligheten att utnyttja flera olika fossila bränslen i ett och samma system, t ex naturgas, propan, olika oljederivat, plus möjlighet att utnyttja hållbara bränslen som biogas, biooljor och restgaser från processindustrin. Vätgas som bränsle är en framväxande trend som är svårbemästrad med nuvarande förbränningsteknik och ingen tillverkare kan idag erbjuda drift med 100 % vätgas med bibehållen prestanda. Växande efterfrågan på energi från utvecklingssekonomier och stigande efterfrågan på hållbar elproduktion kommer läggas till den traditionella gastrubinmarknadens tillväxt.

Viktiga trender på de globala GT-marknaderna är:¹³

- Efterfrågan på gasturbiner ökar på grund av den ökande efterfrågan på hållbar kraftproduktionsteknik samt mer effektiva lösningar på marknaderna.

- Offentliga styrmedel och regleringar för införande av system för förnybar kraftproduktion, kommer att ytterligare öka produktutbyggnaden.
- Pågående tekniska framsteg för att öka den operativa mångsidigheten, effektiviteten och hållbarheten tillsammans med stigande FoU-investeringar för att förbättra den förnybara integrationen i elnäten kommer att påverka det industriella landskapet i positiv riktning.
- Stora aktörer som är verksamma i gasturbinmarknaden är bl a GE, Siemens, Mitsubishi Hitachi PS, Solar Turbines, MAN Energy Solutions, etc.
- Omstrukturering och ersättning av traditionella kraftverks tillsammans med renovering och uppgradering av befintlig infrastruktur kommer att ytterligare stimulera efterfrågan på gasturbiner

Gasturbinmarknaden i Nordamerika och Europa uppgick under 2019 tillsammans till sammanlagt 14 GW i installerad effekt. Med en ökande trend för decentraliserad produktion tillsammans med uppförandet av förnybar elproduktion förväntas bli drivande för branschen. Dessutom kommer renovering & ersättning av befintlig elektrisk infrastruktur tillsammans med ökande efterfrågan av förnybar energi förväntas ha en positiv påverkan branschen. Dessutom förväntas striktare regleringar för minskade koldioxidutsläpp från olja, naturgas och marina tillämpningar påverka hur och var nya produkter installeras.

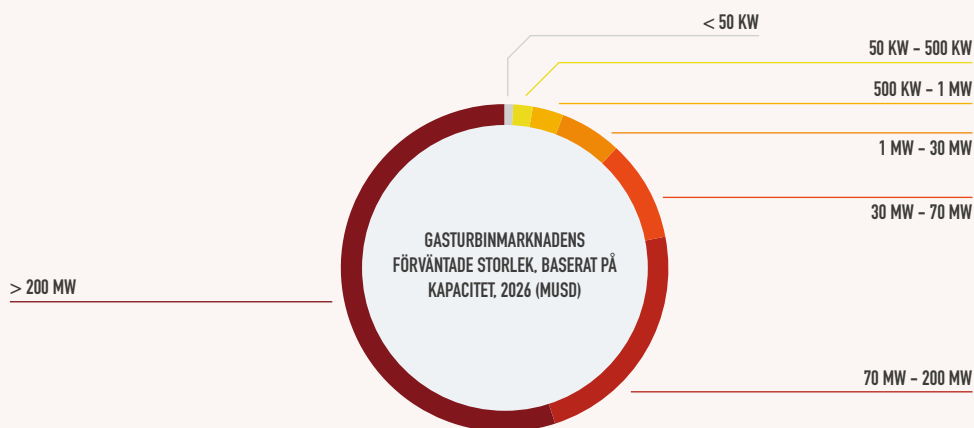


Diagram 10: Gasturbinmarknadens förväntade storlek, baserat på kapacitet, 2026 (MUSD). Källa <https://www.gminsights.com/industry-analysis/gas-turbine-market>

13. Industrial Gas Turbine Industry Outlook 2020, Global Markets Insights, Inc.

MARKNADSTRENDER INOM ENERGISEKTORN

För att nå uppställda politiska mål om klimat och energi står energisystemet inför flera betydande förändringar, både på kort- och lång sikt, och vi kommer att se förändringar i alla delar av energisektorn – från produktion till konsumtion

De förändringar som förväntas kommer oundvikligen påverka hela energimarknaden och dess aktörer. Detta ger att både affärsmodeller och produktportföljer måste utvecklas med marknadsförändringarna och nya affärsmöjligheter måste identifieras. Framgångsfaktorn för Phoenix BioPower kommer att vara att anpassa nya affärserbjudanden till nya marknadsmöjligheter för att möta marknadens behov och ge värde inte bara i en dimension, men i flera; förnybart, skalbart och flexibelt.

I det korta perspektivet, 3–5 år, har följande trender och förändringar redan börjat påverka beslut i branschen:

- ✓ Fortsatt utbyggnad av laddningsinfrastruktur för elfordon
- ✓ Ökad användning av variabel förnybar energi för elproduktion
- ✓ Utfasning av baskraft från kärnkraft och kolkraft på grund av politiska och ekonomiska beslut
- ✓ Uppkomsten av nätkapacitetsfrågor och negativa elpriser

I ett utökat perspektiv, bortom 5 år, har kanske några av de förväntade förändringarna ännu inte påbörjats, men trenderna pekar i en tydlig riktning, till exempel:

- ✓ Elektrifiering av industrin och nya industriella produktionsprocesser
- ✓ Fortsatt utbyggnad av variabel förnybar energi för energiproduktion
- ✓ Efterfrågan på flexibel och planerbar kraftproduktion
- ✓ Efterfrågan på koldioxidavskiljning och teknik för negativa utsläpp

Både de korta och långa perspektiven talar för Phoenix BioPower och har svar på flera av de frågeställningar som både Sverige och andra länder står inför i denna transformation. Som första marknader ser bolaget Skandinavien och Centraleuropa, även om Asien också representerar stora möjligheter.

Det europeiska perspektivet

Mängden energi som levereras i energisystemet har varit relativt konstant sedan mitten av 1980-talet. I Sverige till exempel varierar det totala årsutbudet mellan 550–600 TWh. Elsystemet genomgår dock en strukturell förändring, som påverkar både leverantörer, distributörer och konsumenterna av el. Den största förändringen på utbudssidan är den snabba ökningen av förnybar elproduktion genom övervägande vindkraftsanläggningar. Den största förändringen på efterfrågesidan är en kombination av ökad digitalisering i samhället och tillväxt av stadsbefolkningen i de stora storstadsområdena.

Ur ett politiskt perspektiv strävar flera europeiska länder efter att kombinera en övergång till 100 % förnybar eller fossilfri energiförsörjning med fokus på försörjningstrygghet och konkurrenskraftiga priser. Elektrifiering och ersättning av fossila bränslen med förnybar energi är två av de vanligaste åtgärderna som påpekas i nationella strategier.

EU-kommissionens lagförslag "Ren energi för alla i Europa" lades fram i november 2016 och omfattar fem ömsesidigt stödjande och sammanlänkade dimensioner.

- ✓ Utfasning av fossila bränslen i ekonomin
- ✓ Energitrygghet, solidaritet och tillit
- ✓ Energieffektivitet först
- ✓ En helt integrerad energimarknad
- ✓ forskningsdriven innovation och konkurrenskraft

Förslagets räckvidd är brett och omfattar mål för ekonomisk tillväxt (skapa arbetstillfällen och främja investeringar), begränsa klimatförändringarna (att få ner utsläpp av växthusgaser och visa globalt ledarskap inom förnybar energi) och förbättra medborgarnas liv, t.ex. genom att fokusera på konsumenters ställning på energimarknaderna.

Alla förändringar de förändringar som vi ser på europeisk nivå inom dessa områden är positiva för Phoenix och för Top Cycle- och BTC teknikerna.

Marknadsintroduktion i Sverige

Elanvändningen i Sverige ökar och de kommande två decennierna kommer att se en dramatisk tillväxt från dagens 140 TWh. Hur stor ökningen blir varierar med vem man frågar. Energimyndigheten uppskattar till ca 180 TWh, Svenskt Näringsliv 200 och bl a Svensk Vind över 300 TWh. Ökningen förväntas främst av elektrifiering av transportsektorn och inom industrin. Dessutom kommer stängning av både kolkraft och kärnkraftsreaktorer i Centraleuropa att öka förväntningarna på ökad export från Sverige till Centraleuropa samtidigt som Sverige räknar med att importera cirka 20 % av sin förbrukning. För närvarande minskar den tillgängliga kraftkapaciteten i Sverige, som vi nämnt tidigare, i takt med att kraftverken stängs ned på grund av politiska beslut och ekonomiska begränsningar. Vindkraftens installerade kapacitet fortsätter dock att öka.

Totalt kommer över 50 % av effekten att nyinstalleras eller uppgraderas under de kommande 20 åren. På samma sätt kommer nästan all befintlig vindkraft att nyinstalleras till 2040 (livslängd på dagens verk är 20–25 år). Utöver detta räknar man med en 50 % effektivare elanvändning kommer uppnås. Utan tvekan kommer detta att bli en utmaning, och redan i dag finns det en situation med lokala och regionala kapacitetsunderskott. Dessutom kommer elpriserna att falla i tider av hårda vindar vilket resulterar i en svår situation för kraftproducenter. I tider av svaga vindar, kommer elpriserna sannolikt att vara mer gynnsamma.

Vidare har Sverige som mål att senast 2040 ha 100 % förnybar elproduktion och senast 2045¹⁴, ha netto nollutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Detta kommer att skapa betydande marknadsmöjligheter för Phoenix.

Givet utvecklingen av nyligen lanserade industriella initiativ som Hybrit och H2 Green Steel i norra Sverige, en fortsatt utbyggnad av vindkraften i framförallt fjällvärlden i både Sverige, Finland och Norge samt driftsättande av reaktorn Olkiluoto 3 i Finland 2022 (enligt senaste besked) kommer leda till att dels minskas elimporten i Finland, men att energibehoven för dessa storskaliga industriinitiativ kommer mötas av produktion i norra Sverige. Det ger att behoven för planerbar energi, effekt och svängmassa ökar ytterligare i södra Sverige. Baserat på detta förväntar sig bolaget att den första kommersiella anläggningen kommer placeras i elområde 3 eller 4, ansluten till ett fjärrvärmenät till en av de större städerna. De kommersiella förutseende prognoserna för höga elpriser, ersättning för effekt samt nättjänster bedöms som bäst i den delen av landet.

14. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/>

Marknadsförändring skapar möjligheter

Det svenska målet är att nå en total minskning av koldioxidutsläppen med 85 % fram till 2045 jämfört med 1990. På samma sätt ska hela EU vara klimatneutralt senast 2050, vilket antas i den europeiska gröna överenskommelsen, The Green Deal.

Den svenska elmarknaden står inför flera utmaningar, inte minst brist på både kapacitet och el. Vissa scenarier innebär att effektunderskottet kan vara så högt som 1 500 MW under toppvintern. Genomförda och kommande stängningarna av kärnreaktorer i kombination med den ökade produktionen av förnybar, intermittent el, kommer sannolikt att leda till ett mer betydande effektunderskott under hög belastning. Detta kommer att kräva ett ökat behov av flexibilitet i kraftproduktionen, vilket innebär att flexibla kraftverk med lägre investeringskostnad, eller lägre avkastningskrav, kommer att vara mer ekonomiskt livskraftiga.

Det kommer att finnas utmaningar i framtiden för att säkerställa tillräcklig stabilitet i kraftsystemet. Marginalstabiliteten påverkas i sin tur av frekvensstabiliteten, spänningsregleringen och anslutna generatorer. I och med att kärnreaktorer fasats ut, har trögheten i kraftsystemet minskat, s.k. svängmassa, vilket måste kompenseras på något sätt. Vi ser gärna att det görs med BTC-system.

Krävande utveckling för Kraftnätet

Elnätets tekniska egenskaper, alltså förutsättningarna och möjligheterna att balansera systemet, förändras snabbt. Detta är relaterat till den utmanande utvecklingen genom omvandlingen till fossilfri elproduktion, som i stor utsträckning är intermittent (vind och sol). Därav blir kraftsystemet mer dynamiskt, det vill säga fluktuerar med högre variation och intensitet, men samtidigt med minskade stabilitetsmarginaler, vilket gör systemet bräckligare. Vad som tidigare var ett mycket stabilt system riskerar i framtiden kollapsa. Europeiska nationella nätägare betonar inte bara behovet av förnybara energikällor, utan också teknik för att stabilisera systemet. I detta sammanhang kommer både Top Cycle och BTC att få stora möjligheter med sina gynnsamma egenskaper.

Elektrifiering skapar affärsmöjligheter

Industrin ansvarar för en väsentlig del av de totala utsläppen av växthusgaser (i Sverige mer än 30 %). En betydande del av dessa är processrelaterade, inte bara från förbränning av bränslen. Detta innebär att industrin kommer att behöva införa system för koldioxidinfångning, CCS, samt att utveckla ny teknik för processerna. Sådana nya processer kommer i stor utsträckning att elektrifieras. Vidare kommer elektrifieringen av industrin öka behovet av lokal och regional distribution och elproduktion. Därför är produktion nära stora industrier en intressant möjlighet för Phoenix. Som exempel kan nämnas de stora satsningar inom fossilfri stålproduktion som annonserats under 2020 och 2021 som motsvarar ett elbehov, 95 TWh, vilket motsvarar 2/3 av dagens elförbrukning i Sverige på 140 TWh.

På kort till medellång sikt kommer elbilar och laddhybrider att driva på behovet av ökad elförsörjning vid bostadsområden samt vid större

parkeringshus eller liknande. Som en följd av detta kommer ytterligare el att behövas i eller nära städer där krav kommer att finnas på grön, förnybar, el.

Behov av ny kraft

Om 20 år kommer ca 50 % av den el som produceras i Sverige från anläggningar som ännu inte är byggda och från kapacitetssuppleteringar av befintliga anläggningar. Vind kommer att stå för en betydande del av nya anläggningar, men det behövs annan, mer planerbar kapacitet. För att vara ekonomiskt livskraftiga, nya kraftverk med planerbar produktion kommer att behöva ha en rimlig investeringskostnad, en rimlig driftskostnad och måste vara möjligt att byggas under de kommande 5–15 åren. Följaktligen utesluter detta nya kärnkraft och ny storskalig vattenkraft, till förmån för biokraftvärme med en hög effekt i förhållande till värme, såsom BTC. Sammanfattningsvis kommer högeffektiva kraftvärmeverk att ha en hög potential eftersom det kommer att göra det möjligt att utforma anläggningar från elbehovet, snarare än från värmeunderlaget (det lokala fjärrvärmenätet).

MARKNADSPOTENTIAL FÖR BTC-TEKNIKEN

De potentiella marknaderna för BTC-tekniken är verkligen på global nivå. Vi förutspår att Sverige och Norden är ingångsmarknader för tekniken som bygger på kontakter via Referensgruppen, Företagets utvecklingsprogram och företagets industriella nätverk. Strategin för den andra fasen av kommersialiseringen är att inta en mer internationell hållning med strategin för att rikta in sig på vissa marknader med specifika nycklegenskaper;

- Marknader med en stor del andel fossil kraft, särskilt kolkraft
- Marknader med stor tillgång på avfall från skog- och/eller jordbruk
- Marknader med betydande miljöproblem
- Marknader med höga energipriser
- Marknader med väletablerade stödprogram för förnybar energi

Marknader och regioner som matchar de flesta av dessa egenskaper är Kina, Indien, Indokina, Afrika söder om Sahara, Tyskland, Östeuropa och Brasilien. Få marknader kommer att matcha alla viktiga egenskaper så en utvärdering av varje marknads villkor måste analyseras. Dessutom kommer partnerstrukturen i utvecklingen att vara nyckeln i marknadsval för den större kommersiella utbyggnaden av tekniken

BTC-tekniken är utvecklad för drift i både kraft- och kraftvärmeverk. Vi tror att den initiala marknaden för tekniken kan hittas i kraftvärmesektorn. Med skalbarheten från 10–200+MW kan en BTC-anläggning både ersätta nuvarande kraftvärmeverk men erbjuder också biokraftomvandling av fjärrvärmenät med enbart värmepanna då näten är för små för att motivera ett traditionellt kraftvärmeverk, fjärrvärmenät så små som 10 MWth, vilket är ca 1/3 av vad som krävs för ett traditionellt kraftvärmeverk.

MARKNADSSEGMENT

BTC- och TopCycle-teknikerna är skalbara och kan tillämpas på en rad olika storleksanläggningar för olika bränslen. Alla dessa segment har globala, eller nära globala marknader, och kan komma att genomföras i många delar av världen beroende på lokala förhållanden. Tillsammans kan de installeras på alla marknader, i alla länder. globalt. Vi har fokuserat vår utveckling på tre primära tillämpningar;

1. BTC för kraftvärme och balanskraft
2. BTC för baskraft och CCS (ingen värme)
3. TopCycle för bas-/balanskraft med gasformiga bränslen (inklusive vätgas).

Alla tre segmenten utgör en betydande marknadspotential och bygger alla på samma basgasturbinmaskiner och förbränningsystem. Mer om valet av skala i avsnitt 4.2.

BTC för kraftvärme och balanskraft

Detta skulle lätt kunna benämnas som "den europeiska varianten". Högeffektiv biokraft kombinerad med värmeenergi för ett fjärrvärmenät. Det finns cirka 100 kraftvärmeverk och över 400 fjärrvärmeverk enbart i Sverige.¹⁵ För hela den europeiska marknaden uppskattar NREAP (EU-National renewable energy action plans) att 40 % av anläggningarna inom kraftvärmen kommer använda biomassa som bränsle till 2050 (låg andel enligt vår mening) för att ersätta kol och naturgas.¹⁶ Detta innebär en möjlighet, eller adresserbar marknad, TAM, på 120GW installerad kapacitet (370 TWh värme). I ett långsiktigt perspektiv är en 30-procentig marknadsandel för BTC-tekniken inte orealistisk med anledning av den överlägsna elverkningsgraden jämfört med ångcykeln tillsammans det ökade behovet av planerbar förnybar el i Europa. Om vi bryter ner detta i antal enheter och förutsatt att en måttlig 10% marknadsandel av TAM, uppskattar vi totalt 1,44 GW av årlig kapacitet som ska installeras med BTC-teknik. Det är runt 50 enheter @30 MWe. Även om man antar denna marknadsandel

2050 och tekniken är mogen, kommer de 50 enheterna/året att kräva betydande tillväxt från dagen för kommersialisering, för att uppfylla detta blygsamma mål enbart för EU:s biokraftverk.

Enligt rapporten "Biomass to Energy - 2018" från Ecoprog, var den installerade kapaciteten biokraft 60 GWe globalt fördelat på cirka 3 800 anläggningar 2018. Denna marknad beräknas växa till 5 600 anläggningar med en kapacitet på cirka 83,3 GWe till 2027. Det är en ökning med 1900 anläggningar och 25 GWe i kapacitet, exklusive renoveringsprojekt. Denna tillväxt motsvarar en genomsnittlig anläggningsstorlek på 13 MWe. Med utgångspunkt i en elverkningsgrad på 28 %, motsvarar det anläggningar på omkring 46 MWth bränsle / anläggning. För en BTC-applikation, som arbetar på 50-55 procent, skulle samma bränsle motsvara en 25 MWe BTC-anläggning. Baserat på dessa grova antaganden skulle kapaciteten för planerbar förnybar energi från samma bränsletillgång fördubblas, till uppemot 50 GWe.

Kina förväntas förbli den viktigaste biokraftmarknaden sett till pengar. Detta beror inte på ökande investeringskostnader per MWe, utan snarare på en mycket dynamisk marknadsutveckling med nyligen driftsatta anläggningar på cirka 750 MWe per år. Det är också värt att notera att under 2018 installerades inga kraftvärmeverk med biomassa som bränsle. De var alla biokraftverk utan värmeleveranser.

Scale	100 MW	30 MW
Assumed GW distribution	45%	55%
Units/a @ 10% of TAM	6	24
CAPEX, bn €/a	1,0	1,8

Figur 20: 57 % resp 53 % verkningsgrad, 1800, 2700 €/kW kostnadsmål, respektive.

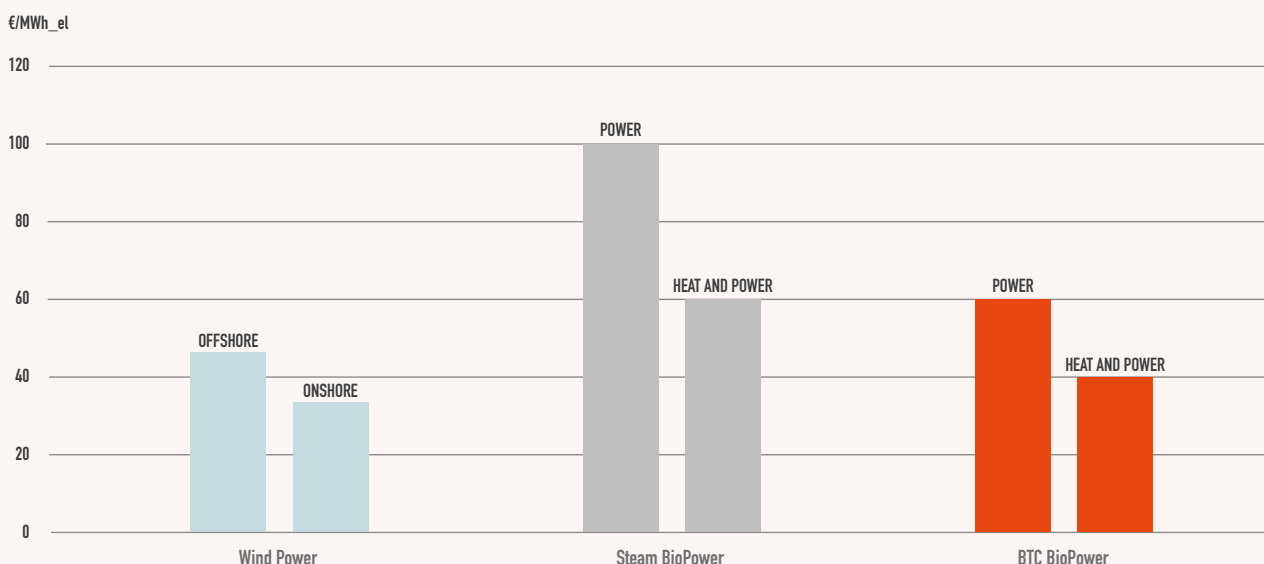


Diagram 11: Jämförelse av skattad produktionskostnad, LCOE, för olika produktionsmetoder år 2030.

Källa: Danish Energy Agency, NEPP och Phoenix BioPower

15. Svebio, Biokraftskartan 2019 & Biovärmekartan 2020.

16. NREAP: Nationella handlingsplaner för förnybar energi, <https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/nreap-data-portal>.

BTC för baslast och CCS (ingen värme)

Den främsta fördelen med BTC är den mycket höga elverkningsgraden som tekniken kan uppnå. Termodynamiska studier visar på elverkningsgrader på 48–53 % av LHV för en 25 MWe anläggning. Med denna effektivitet, närmast en dubbling av den för motsvarande anläggningar med traditionell teknik, storlek och bränsle, ändras de ekonomiska förutsättningarna för en sådan anläggning radikalt och kan verkligen konkurrera med fossila alternativ, särskilt om det finns en skatt på utsläpp av koldioxid.

UNDER DE SENASTE TVÅ ÅREN HAR 2 KÄRNKRAFTSREAKTORER STÄNGTS OCH PÅ LÄNGRE SIKT FÖRVÄNTAS FLER REAKTORER TAS UR DRIFT. SAMTIDIGT ÖKAR PRODUKTIONEN FRÅN ICKE PLANERBAR ELPRODUKTION. DET HAR LETT TILL ÖKAT EFFEKTUNDERSKOTT UNDER TOPPLASTTIMMEN.

I den senaste IPCC-rapporten är CCS och Bioenergy CCS, s.k. BECCS, angivet som viktiga verktyg för att nå både 1,5- och 2,0-gradersmålen. Att bara minska koldioxidutsläppen kommer inte att räcka, negativa utsläpp är nödvändiga! Det har inte minst Coronapandemin visat oss. Trots att t ex flygandet gått ner med 60–80 %, biltransporter minskat och vissa industrier går på sparlåga är minskningarna inte tillräckliga för att nå målen från Parisavtalet. BTC-tekniken i kombination med traditionell och existerande teknik för CCS kan uppnå detta i mycket stor skala och till överlägset låg kostnad.

Ett exempel på placering av en sådan anläggning kan vara södra Europa eller en av (franska?) kolonierna. Med god tillgång till avfall från skogs- eller jordbrukssektorer, inget behov av värme, en produktionsprofil som motsvarar bas- eller balanskraft och en efterfrågan på CCS. I sådana förhållanden överträffar BTC-tekniken ångcykeln eller annan biokraftsteknik med lägre LCOE och betydligt lägre kostnad för minskade koldioxidutsläpp.

Givet förväntade priser för negativa utsläpp, ser bolaget en signifikant potentiell anläggningsintäkt för detta. Bolaget är av uppfattningen att ersättningen för negativa utsläpp bör ligga i samma härad som för utsläppspriserna inom utsläppshandlingssystemet ETS. Där finns uppskattningar om att priset skall vara 50 €/ton till 2030 och uppemot 100 €/ton till 2040. Förväntningarna för 2021 är att ETS kommer handlas kring 40 €/ton.¹⁷

Då BTC/Top Cycle kan använda spillvärme utan att i stor omfattning minska elproduktionen med än kompressionsenergin för att komprimera koldioxiden för transport har vi räknat med olika anläggningsintäkter för olika nivåer för ersättning vid CCS. Vi har då även räknat in kostnader för kompression och transport, minskad elproduktion netto samt kapitalinvesteringen för infångningstekniken.

BTC 25 MWe		BTC		BTC+CCS	
Anläggningsinvestering	kr/kW	27 000	37 914	37 914	37 914
Pris negativa utsläpp	Kr/ton CO2	n/a	1000	750	500
Produktionskostnad el utan CCS	öre/kWh_e	75	113	113	113
Ersättning negativa utsläpp		n/a	64	48	32
Produktionskostnad el med CCS	öre/kWh_e	75	49	65	81

Intressant blir att produktionskostnaden för elen om CO2 priset är 1 000 kr/ton (något under den svenska koldioxidskatten på 1 150 kr/ton) är att produktionskostnaden blir mycket konkurrenskraftig i många marknader på 49 öre/kWh. Även vid 750 kr/ton är produktionskostnaden konkurrenskraftig på 65 öre/kWh. Detta är utan ev övriga subventioner eller ersättningar för förnybar kraft eller effekt.

Top Cycle för topp/balanskraft med gasformiga bränslen (inklusive H2).

Förutom förgasad biomassa kommer Top Cycle gasturbinen också att kunna köras på andra gasformiga bränslen, främst naturgas. Top Cycle turbinen är effektivare än traditionella singelcykelturbiner och har lägre investeringskostnader än kombicykelanläggningar. Detta resulterar i en naturlig marknadsposition för för medelstora anläggningar med gasformiga bränslen, dvs i intervallet 10–200 MWe.

De segment som är målmarknader för Top Cycle-gasturbinen är industriell kraftvärme och kraftverk, där 100–200 GWe kapacitet i EU är tillgängligt fram till 2050. För EU-marknaden är en långsiktig marknadsandel på 10 % inte orimlig. När man tittar på den globala marknaden, som förväntas bli tio gånger större än EU, måste man anta en betydligt lägre förväntad marknadsandel, med det motsvarar ändå en betydande potential. Detta ger en indikation på den stora marknadspotentialen för Top Cycle gasturbin, särskilt när man lägger till de överlägsna prestanda som tekniken uppvisar för vätgasförbränning.^{18 19}



Tekniken i Top Cycle-turbinen med sin höga andel av ånga i förbränningen gör denna teknik optimal för vätgas som bränsle, både vid hög inblandning av vätgas och när turbinen går på 100 % vätgas. Ur ett systemperspektiv kan en Top Cycle anläggning optimalt kombineras med lokal vätgasproduktion från förnybara källor med hjälp av elektrolys för topp/balanskraftanläggningar för balansering av variabel förnybar energi. Tillämpningen av Top Cycle som drive med förnybart producerad vätgas från t ex vindkraft utgör ett mycket intressant koncept som företaget kommer att undersöka ytterligare tillsammans med partners.

17. <https://www.reuters.com/article/us-eu-carbon-poll-idUSKBN29N0ZJ>

18. <http://www.cogeneurope.eu/medialibrary/2011/08/16/9a4fbfd5/30062011-COGEN-Europe-report-Cogeneration-2050.pdf>

19. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/economy/the-world-in-2050.html>

GLOBAL POTENTIAL FÖR BIOKRAFT

65 % av elen som produceras globalt är fossil med mindre än 10 % från sol och vind och omkring 1 % från biomassa. Övergången till ett fossilfritt energisystem kommer att kräva enorma investeringar och utveckling av en rad olika tekniker. Detta ger en enorm potential för biokraft. Särskilt behovet av planerbar förnybar energi kommer att öka i och med att baskraft från fossila källor fasas ut och ersätts av variabel förnybar energi från sol och vind.²⁰

I ett globalt perspektiv ser vi tre betydande marknadsområden för BTC-anläggningar:

- ersätta fossila bränslen från värmesektorn
- ersätta fossila bränslen från kraftsektorn
- erbjuda balanskraft till variabel förnybar energi.

Inom värmesektorn kan kraftvärmeverk med BTC ersätta värmepannor på marknader som kontinental- och Östeuropa och Kina. Här finns mycket stora miljövinster med anläggningar som ersätter eller tränger ut både kolkraft och koleldade värmepannor. Som illustration kan nämnas att ett BTC kraftvärmeverk på 100 MWe i Kina skulle ersätta en 75 MWth kolpanna och minska den totala kolförbrukningen med 395 MWth genom både att ersätta lokal förbrukning av kol (110 MW kol) och minska efterfrågan

från kolkraft (285 MWth). På så sätt kan en 100 MWe BTC anläggning minska CO₂ utsläppen med uppemot 1,2 Mton, varje år!. För att sätta detta i ett svenskt sammanhang; 60 BTC-anläggningar på 100 MWe ersätter traditionella kolkraftverk, skulle minska utsläppen lika med Sveriges totala koldioxidutsläpp. Dessutom minskas de lokala partikel- och svavelutsläppen drastiskt på grund av systemen för gasrening före förbränning och rökgaskondensering.

Jordbruksavfall och annat biogent avfall

Förutom avfallsprodukter från skogsbruket kommer jordbruksavfall och liknande biogent avfall vara en mycket stor bränslekälla för framtida BTC anläggningar. För att BTC tekniken ska få riktigt globalt genomslag är det av yttersta vikt att andra bränslen än skogsavfall kan användas och då främst jordbruksavfall som finns tillgängligt i de flesta länder och befolkade områden. Faktum är att endast ett begränsat antal länder har en väletablerad skogsindustri som kan ge de avfallsströmar som krävs för en storskalig utruvning av biokraftverk med BTC-tekniken.

En av de största utmaningarna med att jordbruksavfall som t ex halm, är att utveckla lösningar för att hantera det stora innehållet av aska och alkali i bränslet och följaktligen i produktgasen då de kommer att förstöra

En 100 MWe BTC anläggning i Kina kan minska CO₂-utsläppen med upp till 1,2 Mton.

60 BTC anläggningar på 100 MWe i Kina har potentialen att minska CO₂ utsläppen med lika mycket som hela Sveriges.

gasturbinen. Här avser bolaget tillämpa de goda resultat för hetgasrening som uppnåddes i pilotanläggningen i Värnamo på 90-talet. Vi arbetar idag med en uppdaterad och anpassad version av den trycksatta reningsprincip som tillämpades med stor framgång i den anläggningen.

Inom området jordbruksavfall ser vi ett bränsle som särskilt intressant; bagass. Det är en avfallsprodukt från sockerproduktion från sockerrör. Anledningen är att länder som är stora producenter av socker också har stora delar av sin elproduktion från fossila bränslen och samtidigt en god tillgång till biomassa i form av avfall. För att illustrera potentialen var den globala produktionen av bagass 2014 ca 491 Mton, eller 1 205 TWh. Vid en elverkningsgrad på 50 %, motsvarar denna mängd ungefär 4x den årliga elproduktionen av Sverige, och bagass produktionsvolymerna har normalt en stabil och årlig tillväxt.

INTERNATIONELLA MARKNADER

Enligt IRENA, förväntas biokraftmarknaden visa en årlig tillväxt på 9–13% fram till 2030, med utvalda länder som Indien och Kina med årlig tillväxt på upp till 20 % (före Covid-19). Efterfrågan på planerbar förnybar energi växer vartefter fossil kraft och kärnkraft fasas ut och ersätts med intermittent kraft från framförallt vind och sol.

Utifrån våra kontakter med marknadsaktörer, beslutsfattare och vår marknadsundersökning kommer initiala målmarknader att vara Norden och övriga Europa. Dessa marknader har valts utifrån den strategi som anges ovan. Norden, och särskilt Sverige, eftersom det är Phoenix hemmarknad, men också för att det är en mycket mogen bioenergiemarknad. Med en skogsindustri som spänner över hundratals år har logistik och acceptans kring avfallsflöden från industri utvecklat med tiden, vilket skapar en välorganiserad infrastruktur för skogsavfall. Om än inte lönsamt i dag kommer framtida höjningar av energipriserna mötas genom ökad användning av avfall från skogsbruket, med då redan etablerade

leveranskedjor. Till detta ska läggas kommande ökade kostnader för koldioxidutsläpp, och ersättningsmekanismer för både nättjänster, effektjänster och negativa utsläpp via BECCS. Acceptansen för biokraft är hög i Norden, med i stort sett alla kraftvärmeverk i Sverige körs på skogsavfall, returträ eller sopor (WtE). För övriga EU ser vi främst Tyskland, Österrike och Baltikum som mest intressanta marknader då det finns en stor och livskraftig skogsindustri i dessa länder och därmed en förståelse för användandet av skogsavfall som energibränsle.

Utanför Norden och EU ser bolaget stor potential i t ex Indien, där offentlig statistik indikerar tillgång på ca 500 Mton skogs- och jordbruksavfall tillgängligt för energi. I Indien finns även en omfattande sockerproduktion och därmed stor tillgång på bagass. Indien är ett land som plågas av luftföroreningar, något som Corona verkligen gjorde alla uppmärksamma på när man för första gången på över 50 år kunde se Himalaya från New Dehli, då utsläppsminskningarna och partikelutsläppen minskat drastiskt under pandemin. Vi såg

även under vintern 2018/2019 hur större delen av Indusdalen sveptes in i tjock smog. Detta inträffar varje år efter skördeperioden och överbliven halm eldas upp i fälten. Halmen är ofta ett problem för bönderna och det är dyrt att göra sig av med. Vi är övertygade om att med BTC anläggningar i dessa områden, kan vi använda denna halm till att producera stabil och förnybar el som kan ersätta en del av de 80% kolkraft som Indien har idag.

Utanför ovan nämnda marknader ser vi potential i vissa delar av USA och Canada. Dock kommer dessa marknader behöva införa avgifter på koldioxidutsläpp för att bli kommersiellt intressanta då fossil energi i dessa marknader fortfarande är billig. Även mekanismer för negativa utsläpp i dessa marknader skulle göra dem mer kommersiellt intressanta. Andra marknader som vi ser som intressanta kan vara öar och områden i tropiska zoner där det finns betydande användning av fossil energi, men även en livskraftig skogs eller jordbruksindustri.

20. IEA Energy Outlook 2018

Team & IP

GRUNDARNA

Phoenix BioPower grundande team är Hans-Erik Hansson, Michael Bartlett, Oliver Paschereit och Henrik Båge. Nyckelpersoner presenteras nedan.



Hans-Erik Hansson, Senior rådgivare

Innovatör och upphovsman till TopCycle och BTC-tekniken. Hans-Erik har arbetat med gasturbinutveckling i över 30 år på bl a ABB/Alstom. Hans-Erik kommer ansvara för den experimentella utvecklingen samt agera som senior teknisk rådgivare som stöd för utvecklingen av BTC-tekniken. Hans-Erik är civilingenjör.



Michael Bartlett, CTO

Michael är en erfaren senior projektledare inom både teknik och produktutveckling och ansvarar för bolagets teknikutveckling som Teknisk Chef, CTO. I den rollen kommer han koordinera all tekniks utvecklingsverksamhet, både internt och externt med partners. Michael har över 15 års erfarenhet av industriell FoU inom energisektorn samt industrialisering inom transportsektorn. Michael var projektledare i de tidiga utvecklingsprojekten av BTC-tekniken och TopCycle på Vattenfall 2008–2011. Michael i kemiteknik från KTH (Stockholm) med titeln "Developing Humidified Gas Turbines".



Henrik Båge, VD

Henrik har arbetat med affärsutveckling, produktutveckling och finansiering inom cleantech sedan 2003. Henrik är VD för Bolaget. Henrik kommer senast från ett ledande svenskt solenergiföretag vilket han var med att grunda och var där ansvarig för affärsutvecklingen. Henrik har deltagit i marknadsnoteringen av bolag i både Stockholm (First North) och London (AIM). Med sin långa erfarenhet av både ägarledda och publika utvecklingsbolag är han väl bekant med de utmaningar som Phoenix BioPower står inför. Henrik är Pol Mag i Nationalekonomi.



Oliver Paschereit, Chief Combustion Engineer

Oliver är en internationellt erkänd expert inom våt förbränning och leder som Professor institutionen för Strömningslära och termoakustik vid Tekniska Universitetet i Berlin. Oliver har lett utvecklingen av ett flertal gasturbiner inom ABB/Alstom i både Tyskland och Schweiz, och har utvecklat tekniker för både förbrännings- och flödeskontroll. Oliver har även utvecklat brännkammare för ultralåga NOx utsläpp för bl a kolvätebaserade bränslen och väte.

Nyckelmedarbetare



Chunguang Zhou, PhD, Chief Gasification Engineer

Chunguang "Chun" Zhou har en doktorsexamen från KTH i förgasning och pyrolys av avfall. Efter sin doktorsexamen har Chun utvecklat prototyper i industriell skala för plasmaförgasningsanläggningar i Kanada och Kina innan han återvände till Sverige för att ansluta Phoenix BioPower. Chun leder förgasningsutvecklingen och spelar en nyckelroll i utvecklingen av BTC anläggningen med sin erfarenhet från både den akademiska världen och industrin.



Pierre Croutaz, Lead Design Engineer

Pierre har en bakgrund som senior designingenjör för kol- och biokraftverk med pannor på upp till 300 MW. Som Lead Design Engineer är Pierre ansvarig för konstruktionsarbetet på Phoenix, från hela anläggningen till enskilda komponenter, vilket sker i nära samarbete med de olika teknikområden inom anläggningskonstruktion och utveckling.



Felix Güthe, PhD, Chief Combustion Engineer

Felix är vår chefsingenjör för förbränning med en omfattande bakgrund inom förbränningsteknik från företag som Alstom och GE. Felix ansvarar för den avancerade förbränningstekniska utvecklingen inklusive kinetik, design och drift.



Jens Pålsson, PhD, Senior Plant Engineer

Jens är företagets anläggningsingenjör och ansvarar för bolagets anläggningsmodeller. Ansvarsområdet omfattar detaljerade prestandaberäkningar, gränssnitt och definierande krav på delsystemen i en anläggning.

Ytterligare kompetenser i bolaget:

- Två anställda för vår lab infrastruktur och testning:
- En senior CFD ingenjör
- Processingenjör
- Projektledare
- Förbränningsingenjör

Förutom grundarteamet, nyckelmedarbetare och rådgivare har Phoenix ett samarbete med KTH och Institutionen för kemisk teknik avseende förgasning. Phoenix BioPower arbetar mycket med **professor Klas Engvall** med att utveckla systemen för konvertering av biomassa genom t ex, pyrolys och förgasning. Klas har en lång historia inom förgasning av biomassa och kemisk teknik, inklusive kommersialisering av TPS förgasningsenhet.

Företaget samarbetar även med två centrala externa kompetenser för att komplettera företagets interna kompetens. **Sven-Olof Östman** tidigare ansvarig pannkonstruktör för ABB:s PFBC anläggning samt **Åsa Marbe**, processingenjör med lång erfarenhet av projektledning inom pappers och massaindustrin och några av de mer kända utvecklingsprojekten inom förgasning av biomassa i Sverige som Värnamoprojektet och GoBiGas.

Ytterligare kompetenser knutna till bolaget och bolagets teknikutveckling:

- Doktorand vid TUB för att driva och testa förbränningssystem plus tekniker, seniora forskare och professorer för att stödja honom.
- Postdoktorand på KTH för att utveckla designverktyg för högtrycksförbränning
- En senior forskare med 30 års erfarenhet av förgasningstestning för att driva KTH-förgasaren.

STYRELSE

Företaget har lyckats rekrytera en kompetent styrelse för att hjälpa företaget att genomföra och förverkliga kommersialiseringen av BTC-tekniken. Med en bred kompetensblandning har styrelsen kompetens att svara mot de behov ett nystartat, snabbväxande teknikutvecklingsföretag har, både genom kompetens och genom nätverk.



Stefan Jakélius

Stefan Jakélius har ett passionerat intresse för värdeskapande genom utveckling av företag och myndigheter inom affär, strategi, ledarskap och organisation. En internationell karriär har sedan 15 år blandats med professionellt styrelsearbete. Efter att som riskkapital-

investerare etablerat sig som en av de främsta cleantechinvesterarna i Skandinavien, med ett flertal lyckade exits, driver Stefan nu också managementkonsultföretaget ADECT som dess VD. Hans akademiska meriter är som civilingenjör, executive MBA samt en master i media och journalistik.



Catharina Lagerstam

Catharina är civilekonom, civilingenjör och ekonomie doktor inom finansiella risker (uppfann Value-at-Riskmodellerna), arbetar som styrelseproffs, oberoende rådgivare och privatinvesterare. Hon arbetar för närvarande i styrelsen i ICA Försäkring, Image

Systems samt är ordförande i EMPE Diagnostics AB.

Bolagets styrelse består av fyra personer, inklusive ordförande och har sitt säte i Stockholms kommun. Styrelseledamöterna väljs årligen vid årsstämma för tiden intill slutet av nästa årsstämma. Bolagsstämman den 19 maj 2020 beslutade att styrelsen ska bestå av följande personer som presenteras nedan. Uppdraget för samtliga styrelseledamöter gäller fram till slutet av nästa årsstämma i 2021.



Ola Johansson

Ola har många års erfarenhet på ledande positioner inom framgångsrika högteknologiska företag inom energisektorn och industrin. Olas senaste operativa roll var som VD och divisionschef för Exova Calibration and Testing Nordics. Innan dess var han ansvarig

för Siemens verksamhet för små gasturbiner i England med en omsättning på ca 2,5 MDR SEK. Ola har även varit ansvarig för Global Technology for Siemens Industrial Gas- and Steam Turbines and Solutions. Ola är idag egen företagare och verkar som konsult och som professionell styrelseledamot. Ola verkar även som ordförande för det svenska solenergiföretaget Epishine.



Birgitta Resvik

Efter en lång karriär inom näringslivet på olika roller där Birgitta under de senaste 20 år arbetat med klimat- och energipolitik både nationellt och internationellt kommer Birgitta starkt bidra till Phoenix BioPowers utveckling. Närmast kommer Birgitta från Fortum

Sverige där hon varit ansvarig för samhällskontakter Innan dess var Birgitta under 6 år ansvarig för klimat- och energifrågor på Svenskt Näringsliv. För svenska kemiindustrin arbetade Birgitta nära hela basindustrin med bl a forsknings- och utbildningsfrågor.

Birgitta har fortsatt stort engagemang i Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, forskningsstiftelser och -projekt.

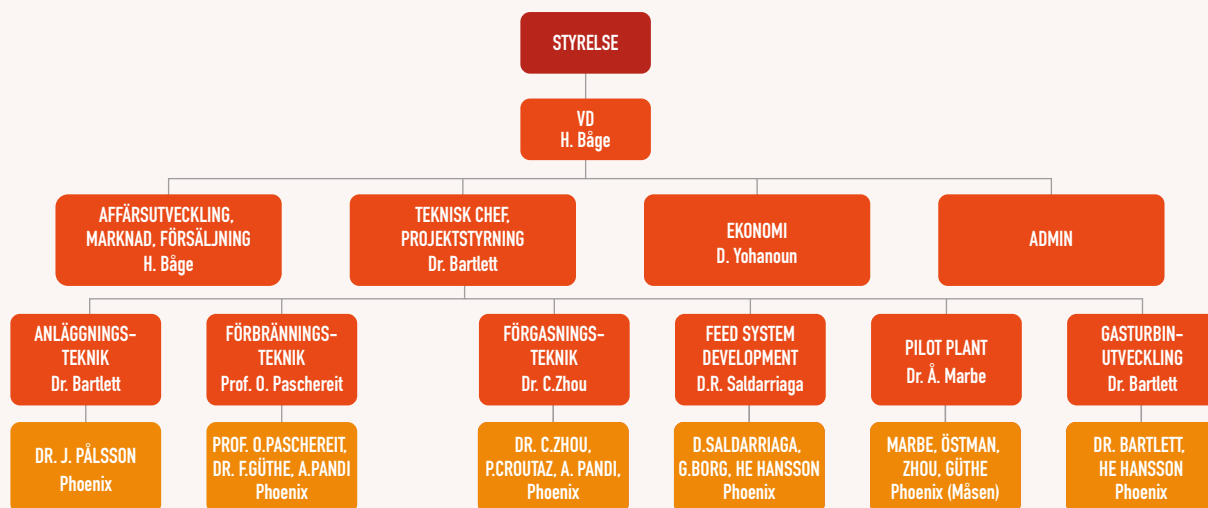
Utöver ovanstående sitter Michael Bartlett, Hans-Erik Hansson och Henrik Båge i styrelsen.

Bolaget har utsett Stefan Jakélius till ordförande.

Phoenix BioPowers styrelse ska enligt bolagsordningen bestå av lägst tre (3) och högst sju (7) ordinarie ledamöter.

ORGANISATION

I och med att utvecklingsaktiviteterna växer kommer PBP att utöka teamet med nyckelkompetenser. Idag har företaget 15 personer som arbetar i företaget på hel- eller deltid (inklusive grundare). Företaget kommer bygga team för varje tekniksegment med en teknikansvarig för varje område med CTO Michael som samordnande funktion mellan dem och övervaka integrationen mellan områden. För närvarande har biträdande teknikansvariga utsetts för Förbränningsutveckling, Förgasningsutveckling och Anläggningsutveckling. Utvecklingsarbetet bedrivs både i egen regi och parallellt med partners, främst på KTH och TU Berlin.



REFERENSGRUPP

Företaget har rekryterat en industriell referensgrupp för att få input från olika intressenter i energivärdekedjan som påverkas, eller skulle kunna påverkas av företagets teknik och/eller energiomställningen. För detta ändamål har företaget sökt deltagare från så många delar av värdekedjan som möjligt. Referensgruppen representerar nu betydande aktörer från bränsleleverantör via energiproduktion och överföring till industriell storkonsument

- Sveaskog, Sveriges största skogsbolag
- Tekniska Verken i Linköping, ett kommunalt energibolag
- Stockholm Exergi, energibolag samägt av av Stockholm Stad och Fortum
- SvK, Svenska Kraftnät, svenska stamelnätet.
- SSAB, Skandinavien största ståltillverkare som även utvecklar fossilfritt stål i Hybritprojektet.

IP

Phoenix BioPower har en stark immateriell ställning i relation till bolagets status som ungt företag. Patentportföljen har vuxit betydligt de senaste 2 åren från sex patentfamiljer och 15 ansökningar, med 9 beviljade och 6 pågående till 8 familjer, 33 beviljade patent och 4 pågående. Det är en ökning med 120 % på två år! Under februari lämnade bolaget in en ny ansökan inom förgasning vilket avser ny teknik inom förgasning under högt tryck, tryckområden som tidigare inte arbetats med eller utvecklats. Därmed utökas antalet patentfamiljer till 9! Utöver denna ansökan arbetar bolaget på ytterligare två patentsökningar som ett resultat av utvecklingsverksamheten. Phoenix BioPower har med andra ord en stor och omfattande patentportfölj som täcker fundamentala delar av processen och ett antal optimala konfigurationer av gasturbinen och förgasningssystemet. Tillsammans med patentportföljen har Phoenix BioPower även unik know-how inom ånginjicerade gasturbiner genom personal och proprietära rapporter från tidigare projekt till ett sammanlagt värde överstigande 100 MSEK.

Högkvalitativa patent är, och kommer att vara, en viktig del av företagets strategi. En grundlig patentstrategi har utvecklats med

patentexpertis på ADECT och tillämpas nu. Patentstrategin hjälper företaget att hantera IP-portföljen, både patent och andra IP, när de navigerar inom det breda området som BTC och Top Cycle-teknikerna verkar i och för att minska de risker som kommer som en följd av att utvecklingens tidslinjer är mycket långa

Patentstrategin har gett företaget ett omfattande verktyg i hanteringen av IP och IP-portföljen bortom patent. Det har också illustrerat den geografiska inriktningen för det nuvarande och framtida IP-landskapet för företaget. Viktiga brännmärken är marknader med antingen tillverkning och teknik som behövs för BTC- och Top Cycle-teknikerna men också marknader med en förväntad hög efterfrågan på tekniker ur ett kommersiellt perspektiv.

Som kan ses av kartläggningen nedan framgår att den geografiska spridningen av portföljen är global. Detta är ett resultat av att ta både kommersiella marknader samt tillverkningsmarknader i beaktande vid ansökan om patentskydd.



Diagram 12: Geografisk spridning av patentportföljen.

Källa: Phoenix BioPower / ADECT

Nedan följer en beskrivning av portföljen:

1. Grundpatentet. En patentfamilj baserad på det ursprungliga konceptet för TopCycle som täcker de grundläggande termodynamiska parametrarna som tryck, ånga, vatteninjicering och värmeåtervinning i processen. Godkänt i Japan, USA och Tyskland.
2. En utökning av grundpatentet som täcker fördelaktiga parametrar och design för gasturbinen och brännkammaren. Godkänt i Kina.
3. Ytterligare en utökning av grundpatentet som ytterligare skyddar parametrar och design av gasturbinen och brännkammaren. Godkänt i Kina och USA, ansökning Europa godkänd av EPO 2019.
4. "Kraftvärme" En familj patent som täcker en optimal processintegration för kraftvärmeapplikationer. Godkänd i DE, SE, NL, PL, Ryssland.
5. "Förgasning" är en familj som täcker optimal integration av förgasning av fasta bränslen tillsammans med TopCycle, inklusive värmeåtervinning och processdesign. Ansökningar i Europa och USA.
6. "BTC" täcker en optimal metod att ladda och förbehandla biomassa innan förbränning i en TopCycle enhet. Godkänt i USA, DE, SE, AT, GB, FR, CH och Kina.
7. Förbränningspatentet handlar om att reglera och styra förbränningen i brännkammaren på ett optimalt sätt
8. Solkraftpatentet är ett patent som kombinerar termisk solkraft med Top Cycle gasturbinen för att kunna erbjuda kontinuerlig kraftgenerering 24 h om dygnet med stor andel/bara förnybar energi.

Utöver den nuvarande patentportföljen utvärderar bolaget kontinuerligt nya uppfinningar som utgår från utvecklingsarbetet. För närvarande finns det två nya patent som utarbetas och där minst ett är planerat att lämna in 2020. Dessutom har ett antal patenterbara uppfinningar identifierats och kommer att behandlas i enlighet med företagets patentstrategi för nya uppfinningar. Det är här, i nya, opublicerade, uppfinningar, där mycket av företagets framtida värde och kommersiella framgång läggs, bygger på den nuvarande portfölj av IP.

Finansiering och budget

En sammanfattning av ekonomi, P&L och Balansräkning för 2016-Q3 2020, och mer finns att läsa i Bilaga 2.

FINANSIERING

Den nuvarande teknikutvecklingsplanen har en bruttobudget på ca. 388 MSEK för perioden 2021–2025. Vi uppskattar nettofinansieringsbehovet, efter publikt stöd och industriell medfinansiering för samma period till 167 MSEK. Detta inkluderar utveckling och uppförande av en pilotanläggning 2022–25 (TRL7) för industriellt relevanta förhållanden till en investering om ca 292 MSEK till 2025. Efter driftsättningen av pilotanläggningen förväntas en villkorad beställning på en första kommersiell BTC-demoanläggning på 25 - 30MWe. Parallellt med utvecklingen av BTC-anläggningen kommer utvecklingen av Top Cycle gasturbinen att bedrivas, med första leverans till kund 2027/28 - Demoanläggningen. Baserat på en blygsam försäljningsprognos för gasturbinen samt för BTC-anläggningen och PACS-förbränningssystemet, räknar företaget med att vara kassaflödespositivt från 2027, inklusive offentlig stöd.

Bolaget kommer använda en blandning av riskkapital och offentlig finansiering genom bl a Energimyndigheten, Vinnova och olika EU-program som Horizon 2020, Eurostars, Eureka, EU:s innovationsfond, EIB och Världsbanken beroende på projekt och storlek på projektet. De flesta offentliga stöd som bolaget söker och erhåller kommer med krav på motfinansiering i form av eget kapital, t ex riskkapital.

Till dags dato har bolaget, sedan det startade, erhållit beslut om beviljade projekt på sammanlagt 40 MSEK från Energimyndigheten, Vinnova, Horizon 2020 och Eurostars. Eftersom företaget är ett s.k. SME med en lång utvecklingsbana framför sig siktar bolaget på en direkt och indirekt genomsnittlig offentlig stödnivå på ca 50 % fram till 2025 och driftsättningen av Pilotanläggningen. Därefter förväntas bolaget vara indirekt stödfinansierat genom att leverera utveckling och teknik till Demoanläggningen, vilken förväntas uppbära stöd.

Hittills har bolaget rest ca 29 MSEK i privat kapital, främst genom InnoEnergy och två mycket framgångsrika pre-IPO erbjudanden under 2018 och 2019 vilket gett att bolaget idag har ca 1 200 aktieägare och har förberett aktieägarbasen för en framgångsrik börsintroduktion någon gång under 2022 - 2023. Beslut om börsintroduktion och marknadsplats har inte fattats och är föremål för beslut av styrelsen och huvudägare. De mer långsiktiga effekterna från Covid-19-krisen måste också övervägas och marknadernas aptit för Phoenix BioPower som marknadsnoterat bolag vid varje given tidpunkt¹.

Företaget har 2020 lyckats säkra godkännande för fyra projekt med offentlig finansiering:

- Pilot Förstudie, budget 2,3 MSEK, stöd 1,8MSEK. Pågående, avslutas i februari/mars 2021. Finansieras av Energimyndigheten
- Syntes, Fas 2 av komponent-, förbrännings-, gasturbin- och anläggningsutveckling. Pågående. Budget 12,1 MSEK med

stöd om 8,4 MSEK. Avslutas november 2021 Finansieras av Energimyndigheten

- PACS 2020, Förbränningssystemutveckling och provning led av Phoenix. Total projektbudget 1,7 m€, (för vilket företaget har ensamrätt till resultat). Phoenix andel i projektet 725K€, varav 362K€ är stöd, så 50%. Finansieras av Eurostars (Vinnova i Sverige och DLR i Tyskland).
- EUCANwin! Ett projekt som täcker högeffektiv biokraft och BECCS. Phoenix ska bygga och prova den nya förgasningsreaktor Bolaget utvecklar och kommer genom konsortiet att få del av många intressanta FoU resultat inom BECCS och förbränning. Ett projekt som löper från maj 2021 och i 3 år med 100 % stöd från EU på ca 12 MSEK (1,23 M€). Projektets totala budget för alla deltagande parter är ca 3,5M€. Finansierat av EU-Horizon 2020.

För 2021–2022 budgeterar företaget för total offentlig finansiering på 39 MSEK, M€, vilket innebär att vi i vår utvecklingsplan planerar för ytterligare offentligt finansierade projekt, varav en ansökan lämnades in i januari tillsammans med ett konsortium lett av RI.SE. I bolagets utvecklingsplan har nödvändiga projekt och aktiviteter identifierats och dessa kommer successivt matchas mot de program och möjligheter som finns för offentlig finansiering. Detta innebär att flera ansökningar kommer lämnas in under de kommande 12 månaderna, och därefter, vilket tar företaget in i 2022 och mot 2023.

De fyra projekten ovan, kommer att omfatta en stor del av verksamheten 2021 och framåt. Som angett i utvecklingsplanen tillkommer ett flertal projekt under 2021 för att driva utvecklingen framåt, till exempel Scarlett och Humphrey. För att täcka projektkostnader som bolaget planerar för i dagsläget förväntas emissionslikviden, tillsammans med likvida medel, beslutade och planerade projekt säkra bolagets finansiering till efter sommaren 2022. Ytterligare finansiering kommer att krävas under 2022, särskilt då i samband med starten för realiserandet av Pilotanläggningen.

Investeringarna i utvecklingen och uppförandet av Pilotanläggningen intensifieras kraftigt 2023 och 2024 i samband med slutgiltig konstruktion och beställning av komponenter 2023 samt uppförandet och driftsättningen 2024. Många komponenter kommer vara skräddarsydda för denna anläggning och ha långa leveranstider, ibland uppemot ett år, med delvis förskotts betalning.

1. Ej inklusive Gas Turbine utveckling. Extern GT partner krävs. Diskussioner pågår om en planerad förstudie tillsammans med Zorya-Mashproekt med målsättning om gemensam utveckling.

BUDGET 2021–2025

Till dags dato har bolaget säkrat ca 68 MSEK i finansiering till utvecklingen av bolagets teknologi i form av privat kapital och stöd för genomförda, pågående och planerade projekt. Av detta har ca 50 MSEK investerats i teknikutveckling och överskjutande är kommande finansiering för beviljade projekt, resten är ännu inte utbetald projektf finansiering. För 2021–2025 räknar bolaget att, brutto, investera 388 MSEK i teknikutveckling, testriggar, affärsutveckling och pilotanläggning. Med dagens utvecklings- och affärsplan beräknar bolaget få sina första intäkter under 2023 från PACS förbränningsystem och 2026 som del av villkorad beställning av en första kommersiell demonstrationsanläggning i full skala. Några pågående och planerade projekt och teknikområden vilka vi ser framför oss är:

- Affärsutveckling och marknadsanalys 2018–2021
- BTC Fas 2, 2020–2021
- BTC systemutveckling 2021–2025
- Inmatningssystemutveckling 2021–2023
- Förgasningsystemutveckling 2021–2026 (inkl Scarlett och Humphrey)

- BTC Pilotanläggning, Anläggningskonstruktion och drift 2022–2026
- PACS förbränningsystem för gasturbin
- Top Cycle gasturbin utveckling, inklusive förstudie (Phoenix' del)
- BECCS utveckling 2021–2027
- Kommersialisering 2023+
- Förstudie av demoanläggning 2022–2024

Utöver interna kostnader tillkommer utvecklingspartners utvecklingskostnader, men dessa tas inte upp i detta sammanhang.

Budget 2021–2028 och beräknade finansieringsbehov för perioden.

De ackumulerade privata finansieringsbehoven för teknikutveckling, utöver offentliga bidrag, planar ut till 2026 vid 182 MSEK, från vilken tid företagets intäkter och ytterligare offentliga bidrag beräknas göra företaget kassaflödes positivt och finansiera den fortsatta teknikutvecklingen.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Försäljning	0,0	0,0	7,5	15,0	18,0	83,0	125,0	65,0	72,5
System	4,0	4,5	2,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teknikutveckling Bränsleomvandling	7,4	7,8	4,4	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
Teknikutveckling Gasturbinen	8,2	4,8	3,7	1,8	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Pilotanläggningen	3,0	11,0	117,4	111,4	49,5	17,5	0,0	0,0	0,0
Demoanläggningen	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	60,5	87,5	20,0	20,0
BECCS	3,0	3,1	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Övriga kostnader & Stab	2,0	2,0	3,0	3,0	5,0	5,0	6,0	0,0	0,0
Summa teknikinvesteringar	27,6	33,1	140,9	127,0	59,0	84,5	93,5	20,0	20,0
Accumulerade teknikinvesteringar	27,6	60,7	201,6	328,6	387,6	472,0	565,5	585,5	
Publikt stöd	16,4	21,3	70,0	51,6	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Stödnivå	59%	64%	50%	41%	26%	0%	0%	0%	0%
Accumulerat stöd	17	38,3	108,3	159,9	175,1	175,1	175,1	175,1	
Finansieringsbehov	11,2	11,8	63,4	60,4	25,8	10,3	0,0	0,0	0,0

Det antas att alla investeringar i utrustning betraktas som kostnader. Här övervägs inte undersökningsperiodens tillväxt och efterföljande värde som tillgångar.

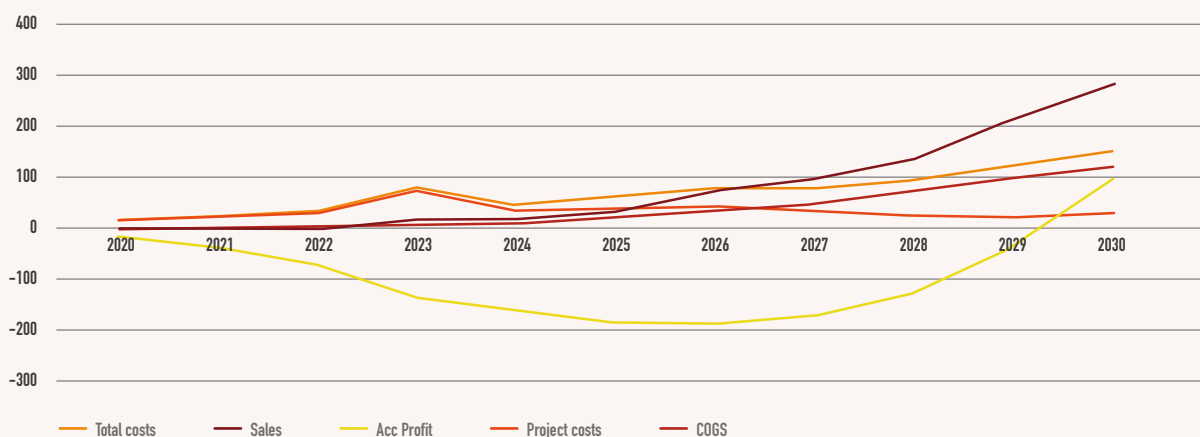


Diagram 13: XX
Källa: xx

Bilaga 1 – Finansiell översikt

EKONOMISK ÖVERSIKT¹

Resultaträkningar

Belopp i KSEK	200101 Prel. 201231	200101 200930	190101 190930	190101 191231	181231 181231	171231 171231
Nettoomsättning	0	0	0	0	697	491
Övriga rörelseintäkter	8 925	5 750	6 352	9 308	4 485	709
Summa intäkter	8 925	5 750	6 352	9 308	5 182	1 200
Rörelsens kostnader						
Råvaror förnödenheter och handelsvaror	-5 429	-3 148	-1 823	-4 427	-492	-9
Övriga externa kostnader	-3 716	-2 249	-6 401	-8 777	-2 551	-245
Personalkostnader	-8 344	-5 822	-4 471	-6 009	-2 823	-942
Avskrivningar	-912	-646	-134	-181	-83	0
Rörelseresultat	-18 401	-11 865	-12 829	-19 394	-767	4
Resultat från finansiella investeringar						
Ränteutgifter och liknande resultatposter	3	3	0	0	0	0
Räntekostnader och liknande resultatposter	-25	-24	-40	-47	0	0
Resultat efter finansiella poster	-9 498	-6 136	-6 517	-10 133	-768	4
Skatt på årets resultat	0	0	0	0	0	-2
Periodens resultat	-9 498	-6 136	-6 517	-10 133	-768	2

1. Den finansiella informationen är en sammanfattning från Phoenix BioPowers årsredovisning 2016-11-24 - 2017-12-31, 2018-01-01 - 2018-12-31, 2019-01-01 - 2019-12-31, 2020-01-01 - 2020-12-31 samt delårsperioderna 2019-01-01 - 2019-09-30 och 2020-01-01 - 2020-09-30. Årsredovisningen för 2018 och 2019 har granskats och granskats av bolagets revisor, som inte lämnat några avvikande synpunkter i sin revisionsrapport. Årsredovisningen för 2020 är under pågående revision. Årsredovisningen för 2017 har inte granskats eftersom Bolaget då inte hade någon registrerad revisor. Bolaget har under året så gott som uteslutande använt sig av Kostnadsföringsmodellen vilket betyder att bolagets utvecklingskostnader ligger som kostnader i resultaträkningen och därmed belastar årets resultat

Balansräkningen

Belopp i KSEK	Prel. 201231	200930	190930	191231	181231	171231
Tillgångar						
Anläggningstillgångar						
<i>Immateriella anläggningstillgångar</i>						
Balanserade utgifter för forskning och utveckling	512	632	0	1 101	0	0
Patent, varumärken och andra liknande rättigheter	395	434	591	552	709	0
Summa immateriella anläggningstillgångar	907	1 066	591	1 653	709	0
<i>Materiella anläggningstillgångar</i>						
Utrustning, verktyg och installationer	47	55	46	77	34	0
Summa materiella anläggningstillgångar	47	54	46	77	34	0
<i>Finansiella anläggningstillgångar</i>						
Andelar i koncernbolag	100	100	0	0	0	0
Summa finansiella anläggningstillgångar	100	100	0	0	0	0
Summa anläggningstillgångar	1 054	1 221	637	1 730	742	0
Omsättningstillgångar						
<i>Aktuella fordringar</i>						
Fordringar	71	0	0	0	0	8
Övriga fordringar	734	338	591	1 106	491	0
Förutbetalda kostnader och upplupna intäkter	57	72	479	33	9	20
Summa kortfristiga fordringar	862	410	1 070	1 139	499	28
Kassa och bank	5 714	5 922	2 301	11 130	8 832	634
Summa omsättningstillgångar	6 576	6 332	3 371	12 269	9 331	662
Summa tillgångar	7 630	7 553	4 008	13 999	10 073	662
Eget kapital och skulder						
Eget kapital						
<i>Bundna reserver</i>						
Aktiekapital	731	731	633	712	633	50
Oregistrerat aktiekapital	0	0	0	19	0	0
Reserv för utvecklingsutgifter	-513	-632	0	1 101	0	0
Totala bundna reserver	218	99	633	1 832	633	50
<i>Icke-bundet eget kapital</i>						
Överkursfond	20 943	20 943	7 891	20 943	7 891	0
Balanserade vinst eller förlust	-10 386	-10 267	-766	-1 867	2	0
Periodens resultat	-9 498	-6 137	-6 517	-10 133	-768	2
Totalt icke-bundet eget kapital	1 059	4 539	608	8 943	7 125	2
Totalt eget kapital	1 277	4 638	1 241	10 775	7 758	52
Kortfristiga skulder						
Leverantörsskulder	2 095	420	1 654	1 654	574	7
Aktuella skatteskulder	327	0	0	0	1	1
Övriga skulder	199	1 017	267	374	114	144
Upplupna kostnader och förutbetalda intäkter	3 732	1 478	846	1 195	1 626	457
Summa kortfristiga skulder	6 353	2 915	2 767	3 223	2 315	609
Summa eget kapital och skulder	7 630	7 553	4 008	13 999	10 073	662

Kassaflödesanalys

Belopp i SEK	200101 Prel. 201231	200101 200930	190101 190930	190101 191231	180101 181231	161124 171231
Kassaflöde från löpande verksamhet						
Rörelseresultat	-9 496	-6 136	-6 517	-10 127	-767	4
Ej kassaflödespåverkande poster	912	646	134	181	90	0
Betald ränta	-3	-1	0	-6	0	0
Betald inkomstskatt	0	0	0	0	0	-1
Kassaflöde från den löpande verksamheten före förändringar av rörelsekapital	-8 587	-5 492	-6 383	-9 952	-677	3
Kassaflöde från förändringar i rörelsekapital						
Ökning/minskning av fordringar	277	728	-586	-656	-470	-28
Ökning/minskning skulder	3 129	-309	467	924	1 706	609
Kassaflöde från förändringar i rörelsekapital före förändringar i investeringar	5 180	-5 073	-6 502	-9 684	559	584
Investeringsverksamheten						
Immateriella anläggningstillgångar	-236	-135	0	-1 101	0	0
Materiella anläggningstillgångar	0	0	-28	-67	-834	0
Kassaflöde från investeringsverksamheten före förändringar i finansiering	-236	-135	-28	-1 169	-834	0
Finansieringsverksamheten						
Nyemission, netto tillagt	0	0	0	13 150	8 473	50
Kassaflöde från finansieringsverksamheten	0	0	0	13 150	8 473	50
Periodens kassaflöde	-5 416	-5 208	-6 530	2 298	8 198	634
Ökning/Minskning av likvida medel						
Likvida medel vid periodens början	11 130	11 130	8 832	8 832	634	0
Likvida medel vid periodens slut	5 714	5 922	2 302	11 130	8 832	634

Nyckeltal

	200101 Prel. 201231	200101 200930	190101 190930	190101 191231	180101 181231	161124 171231
1. Rörelseintäkter	8 929	5 753	6 352	9 308	5 181	1 200
2. Rörelseresultat (EBIT)	-9 498	-6 137	-6 517	-10 133	-767	3
3. Rörelseresultat (EBITDA)	-8 586	-5 491	-6 383	-9 952	-685	3
Kapitalstruktur						
4. Soliditet	16,73 %	61,41 %	30,96 %	76,97 %	77,00 %	7,90 %
Data per aktie						
5. Utestående antal aktier	14 616 764	14 616 764	12 650 000	14 616 764	12 650 000	10 000
6. Resultat per aktie, SEK	-0,65	-0,42	-0,52	-0,69	-0,06	0
7. Utdelning per aktie	-	-	-	-	-	-
8. Eget kapital per aktie	0,08	0,32	0,10	0,74	0,61	0,10

Definition av nyckeltal

1. Alla inkomster, inklusive förändring i pågående arbete.
2. Rörelseresultat inklusive avskrivningar på anläggningstillgångar och goodwill.
3. Rörelseresultat exklusive avskrivningar på anläggningstillgångar och goodwill.
4. Eget kapital i procent av totala tillgångar.
5. Antal utestående aktier vid slutet av perioden, exklusive de utestående aktierna.
6. Årets resultat efter skatt / utestående antal aktier vid periodens slut.
7. Utdelning per aktie beslutad av bolagsstämman.
8. Eget kapital vid periodens slut / utestående antal aktier vid periodens slut.

Bilaga 2 – Bolagsordning

Denna bolagsordning antogs vid den ordinarie bolagsstämman 2019-05-14

§ 1. Firma

Bolagets firma är Phoenix BioPowerAB (publ). Bolaget är publikt.

§ 2. Styrelsens säte

Styrelsen har sitt säte i Stockholms kommun, Stockholms län.

§ 3. Verksamhet

Bolaget skall utveckla och marknadsföra teknik för effektiv förbränning av biomassa för produktion av kraft och värme samt därmed förenlig verksamhet.

§ 4. Aktiekapital

Aktiekapitalet utgör lägst 500 000 kronor och högst 2 000 000 kronor.

§ 5. Aktieslag

Aktier kan ges ut av serie A eller serie B. Aktier av serie A medför tio (10) röster per aktie. Aktier av serie B medger en (1) röst per aktie.

§ 6. Aktieantal

Antalet A-aktier i bolaget ska vara lägst 10 000 000 stycken och högst 15 000 000 stycken.

Antalet B-aktier i bolaget skall vara lägst 0 och högst 25 000 000 stycken.

§ 7. Emissioner

Vid sådan nyemission av aktier som sker mot kontant betalning eller genom kvittning har aktieägarna företrädesrätt till de nya aktierna på det sättet att gammal aktie ska ge företrädesrätt till ny aktie av samma slag, att aktier som inte tecknas av de i första hand berättigade aktieägarna ska erbjudas samtliga ägare av aktier samt att, om inte hela antalet aktier som tecknas på grund av sistnämnda erbjudande kan ges ut, aktierna ska fördelas mellan tecknarna i förhållande till det antal aktier de förut äger och, i den mån detta inte kan ske, genom lottning. Vid sådan nyemission av aktier som sker mot kontant betalning eller genom kvittning av endast ett aktieslag har aktieägarna företrädesrätt till de nya aktierna i förhållande till det antal aktier de förut äger.

Vid sådan emission av teckningsoptioner eller konvertibler som sker mot kontant betalning eller genom kvittning har aktieägarna företrädesrätt att teckna teckningsoptioner som om emissionen gällde de aktier som kan komma att nytecknas på grund av optionsrätten respektive företrädesrätt att teckna konvertibler som om emissionen gällde de aktier som konvertiblerna kan komma att bytas ut mot.

Vad som ovan sagts ska inte innebära någon inskränkning i möjligheten att fatta beslut om emission av aktier, teckningsoptioner eller konvertibler med avvikelser från aktieägarnas företrädesrätt.

Ökning av aktiekapitalet genom fondemission får ske endast genom utgivande av stamaktier av serie A och serie B. Det inbördes förhål-

landet mellan de stamaktier av serie A och serie B som ges ut genom fondemissionen och redan utgivna stamaktier av serie A och serie B ska vara oförändrat. Fondaktierna ska fördelas mellan stamaktieägarna i förhållande till det antal stamaktier av samma aktieslag som de förut äger. Vad nu sagts ska inte innebära någon inskränkning i möjligheten att genom fondemission, efter erforderlig ändring av bolagsordningen, ge ut aktier av nytt slag.

Ökning av aktiekapitalet genom fondemission får ske endast genom utgivande av aktier av serie A och serie B så att det inbördes förhållandet mellan de aktier av serie A och serie B som ges ut genom fondemissionen och redan utgivna aktier förblir oförändrat. Fondaktierna ska fördelas mellan aktieägarna i förhållande till det antal aktier av samma aktieslag som de förut äger. Vad nu sagts ska inte innebära någon inskränkning i möjligheten att genom fondemission, efter erforderlig ändring av bolagsordningen, ge ut aktier av nytt slag.

§ 8. Styrelse

Styrelsen består av lägst 3 och högst 7 ledamöter utan suppleanter. Ledamöterna väljs årligen på årsstämman för tiden intill dess nästa årsstämma har hållits.

§ 9. Revisorer

För granskning av bolagets årsredovisning jämte räkenskaperna samt styrelsens och verkställande direktörens förvaltning skall på årsstämman utses en auktoriserad revisor med eller utan revisorssuppleant eller ett registrerat revisionsbolag. Uppdraget som revisor upphör vid slutet av den årsstämma som hålles under det nästföljande räkenskapsåret efter revisorsvalet.

§ 10. Kallelse

Kallelse till bolagsstämma skall ske genom kungörelse i Post- och Inrikes Tidningar och genom att kallelsen hålls tillgänglig på bolagets webbplats. Kallelse till årsstämma samt kallelse till extra bolagsstämma där fråga om ändring av bolagsordningen kommer att behandlas skall utfärdas tidigast sex veckor och senast två veckor före stämman. Kallelse till annan extra bolagsstämma skall ske tidigast sex och senast två veckor före stämman.

§ 11. Anmälan till bolagsstämman

För att få delta i bolagsstämman skall aktieägare dels vara upptagen som aktieägare i en utskrift eller annan framställning av aktieboken som avser förhållandena fem (5) vardagar före bolagsstämman dels göra en anmälan till bolaget senast kl. 12.00 den dag som anges i kallelsen till stämman. Denna dag får inte vara söndag, allmän helgdag, lördag, midsommarafton, julafton eller nyårsafton och inte infalla tidigare än femte vardagen före bolagsstämman.

Aktieägare får vid bolagsstämma medföra ett eller två biträden, dock endast om aktieägaren anmält detta i enlighet med föregående stycke.

§ 12. Årsstämma

På årsstämman ska följande ärenden förekomma:

1. Val av ordförande vid stämman
2. Upprättande och godkännande av röstlängd
3. Godkännande av dagordningen
4. Val av en eller två protokolljusterare
5. Prövning av om stämman blivit behörigen sammankallad
6. Framläggande av årsredovisning och revisionsberättelse samt i förekommande fall koncernredovisning och koncernrevisionsberättelse
7. Beslut om
 - a. fastställande av resultaträkning och balansräkning samt, i förekommande fall, av koncernresultaträkning och koncernbalansräkning,
 - b. dispositioner beträffande bolagets vinst eller förlust enligt den fastställda balansräkningen,
 - c. ansvarsfrihet åt styrelseledamöterna och verkställande direktör
8. Fastställande av styrelse- och revisorsarvoden
9. Fastställande av antal styrelseledamöter samt, i förekommande fall, revisorer och eventuellt revisorssuppleanter eller revisionsbolag.
10. Val av styrelseledamöter samt, i förekommande fall, revisorer och eventuellt revisorssuppleanter eller revisionsbolag.
11. Annat ärende, som ankommer på stämman enligt aktiebolagslagen eller bolagsordningen.

§ 13. Räkenskapsår

Bolagets räkenskapsår skall vara kalenderår.

§ 14. Avstämningsförbehåll

Bolagets aktier skall vara registrerade i ett avstämningsregister enligt lagen (1998:1479) om kontoföring av finansiella instrument.

Anmälningsedel för teckning av B-aktier i Phoenix Biopower AB (publ) utan företrädesrätt

Teckningstid: 8 mars - 22 mars 2021.
Teckningskurs: 10,15 kronor per B-aktie.
Tilldelning: Eventuell tilldelning meddelas genom utskick av avräkningsnota.
 Likvid dras ej från föränmäld depå.
Likviddag: Tre bankdagar efter utskick av avräkningsnota.

Tecknare med depå: Om du redan har tecknat aktier med företrädesrätt och vill öka sannolikheten att få tilldelning utan företrädesrätt måste din teckning gå via samma bank/fondkommissionär som teckningen med företrädesrätt.

Teckna med BankID: Istället för att fylla i denna blankett kan du teckna denna emission enkelt och smidigt med BankID. Gå in på: www.aktieinvest.se/phoenix2021 och följ instruktionerna.

OBS! Är depån kopplad till en kapitalförsäkring eller ett investeringssparkonto (ISK) var vänlig kontakta din förvaltare för teckning.

A. UNDERTECKNAD ANMÄLER SIG HÄRMED FÖR TECKNING ENLIGT FÖLJANDE:

_____ stycken B-aktier i Phoenix Biopower AB (publ) till ovan angiven teckningskurs.
 Anmälan om teckning ska avse lägst 600 aktier och därefter i jämna poster om 200 aktier.

B. OM TILDELNING SKER SKA TILDELADE B-AKTIER LEVERERAS TILL:

VP-Konto: 0 0 0 _____ eller Depånummer: _____

Bank/Fondkommissionär: _____

C. NAMN- OCH ADRESSUPPGIFTER:

Förnamn/Företagsnamn: _____ Efternamn: _____ Personnummer/Org.nummer: _____

Adress: _____

Postnummer och ort: _____ Land: _____

E-postadress: _____ Telefon: _____

Medborgarskap: _____

Vid annat medborgarskap än svenskt, ange Nationellt id (NID)¹: _____ Legal Entity Identifier (LEI)² (juridiska personer): _____

¹Information om NID finns på www.aktieinvest.se/nid

²Information om LEI finns på www.aktieinvest.se/lei

D. POLITISKT EXPONERAD PERSON (PEP)*: (måste fyllas i av alla tecknare)

Är du PEP* eller familjemedlem** eller känd medarbetare*** till en person som är PEP?

Nej
 Ja (ange befattning, land och er relation): _____

* Befattningar som innebär att en person är en politiskt exponerad person (PEP): Stats- eller regeringschef, minister eller vice/biträdande minister, parlamentsledamot, ledamot i styrelse för politiskt parti, domare i högsta domstolen, konstitutionell domstol eller i annat rättsligt organ på hög nivå, vilkas beslut endast undantagsvis kan överklagas, ledamot i styrelse för politiska partier, högre tjänsteman vid revisionsmyndighet eller ledamot i centralbank, ambassadör, diplomatiskt sändebud eller hög officer i försvarsmakten, person som ingår i statsägd företagsförvaltnings-, lednings- eller kontrollorgan, någon av ovanstående befattningar på internationell nivå, ledningsperson i en internationell organisation (t.ex. FN, FN-anslutna organisationer, Europarådet, NATO och WTO).

** Närmaste familjemedlem betyder - Make/maka, Partner som enligt nationell lag likställs med make/maka, Sambo enligt definitionen i Sambolagen (2003:376), Barn eller Barns make/partner samt Förälder.

*** Känd medarbetare betyder:
 Fysisk person som har eller har haft nära förbindelser med en person i politiskt utsatt ställning, t.ex. genom att vara verklig huvudman till en juridisk person tillsammans med en sådan person.

E. FÖRETRÄDARE FÖR FÖRETAGET - FIRMATECKNARE (gäller enbart juridiska personer) Vid fler än två firmatecknare, vänliga kontakta Aktieinvest

Firmatecknare 1 - Förnamn & Efternamn Personnummer

E-postadress: _____ Telefon: _____

Är du PEP* eller familjemedlem** eller känd medarbetare*** till en person som är PEP?

Nej
 Ja (ange befattning, land och er relation): _____

Firmatecknare 2 - Förnamn & Efternamn

Personnummer

E-postadress: _____ Telefon: _____

Är du PEP* eller familjemedlem** eller känd medarbetare*** till en person som är PEP?

Nej
 Ja (ange befattning, land och er relation): _____

F. VERKLIG HUVUDMAN (gäller enbart juridiska personer) Vid fler än två verkliga huvudmän, vänliga kontakta Aktieinvest

1. Förnamn & Efternamn

Personnummer

E-postadress:

Telefon:

Position baserat på:

 _____ % av rösterna i företaget _____ % av aktiekapitalet i företaget Avtal eller liknande utfästelse som ger ett bestämmande inflytande.

Är du PEP* eller familjemedlem** eller känd medarbetare*** till en person som är PEP?

 Nej Ja (ange befattning, land och er relation):

2. Förnamn & Efternamn

Personnummer

E-postadress:

Telefon:

Position baserat på:

 _____ % av rösterna i företaget _____ % av aktiekapitalet i företaget Avtal eller liknande utfästelse som ger ett bestämmande inflytande.

Är du PEP* eller familjemedlem** eller känd medarbetare*** till en person som är PEP?

 Nej Ja (ange befattning, land och er relation):**G. TECKNING ÖVER 15 000 EUR, OM DU ÄR PEP* ELLER BOSATT UTANFÖR EU/EES**

Om du har svarat att du är en PEP eller närstående till en PEP, eller om du tecknar ett enskilt belopp eller tillsammans med andra teckningsanmälningar ett sammanlagt belopp motsvarande 15 000 EUR, eller om du är bosatt utanför EU/EES måste du:

Fysisk person:

- Besvara de kundkännedomspåfrågor som finns i blankett på www.aktieinvest.se/pep, via nedladdning av blankett eller elektronisk med BankID.
- Bifoga en vidimerad giltig ID-handling (svenskt körkort, pass eller liknande dokument). Om kundkännedomsblanketten ovan fylls med BankID krävs ej vidimerad ID-handling.

Juridisk person:

- Bifoga en kopia av registreringsbevis för att styrka firmateckningen samt kopia på firmatecknarens ID-handling.
- Bifoga kopia på ID-handling för verkliga huvudmän.
- Besvara de kundkännedomspåfrågor som finns i blankett på www.aktieinvest.se/pep, via nedladdning av blankett eller elektronisk med BankID.

H. SIGNATUR

Undertecknad är medveten om samt medger att:

- Anmälan är bindande, dock kan ofullständig eller felaktigt ifyllt anmälningsedel komma att lämnas utan avseende.
- Prospekt finns att ladda ner från www.aktieinvest.se och www.phoenixbiopower.com.
- Vid en bedömning av bolagets framtida utveckling är det av vikt att också beakta relevanta risker. Varje investerare måste göra sin egen värdering av effekten av dessa risker genom att ta del av tillgänglig information kring detta.
- Fullständig information samt villkor framgår av memorandum utgivet i mars 2021 av styrelsen i Phoenix Biopower AB (publ).
- Aktieinvest FK AB befullmäktigas att för undertecknads räkning verkställa teckning av B-aktier enligt de villkor som framgår av ovan angivet memorandum och denna teckningssedel.
- Vid eventuell överteckning kan tilldelning komma att ske med lägre antal B-aktier eller helt utebli.
- Personuppgifter som lämnas eller i övrigt registreras i samband med denna anmälan, behandlas enligt dataskyddsförordningen (EU 2016/679) i syfte att uppfylla det uppdrag som åtagits av Aktieinvest FK AB för denna emission. Personuppgifter kan komma att delas till andra personuppgiftsansvariga parter. Uppgifterna kan även komma att behandlas och användas i samband med framtida utskick av erbjudandehandlingar hos andra företag som Aktieinvest FK AB eller emittenten samarbetar med. För mer information om behandling se www.aktieinvest.se/aktieinvest-dataskyddspolicy.
- Inget kundförhållande föreligger mellan Aktieinvest FK AB och tecknaren avseende denna teckning.
- Aktieinvest FK AB kommer inte att bedöma om teckning av aktuellt instrument passar mig eller den jag tecknat för. Teckningen har inte föregåtts av investeringsrådgivning eller annan rådgivning. Investeringen är ett självständigt beslut.
- Detta erbjudande avser enbart allmänheten i Sverige. Erbjudandet riktar sig ej till sådana personer vars deltagande förutsätter ytterligare prospekt, registrerings- eller andra åtgärder än de som följer av svensk rätt. Memorandum och anmälningsedel får inte distribueras i något land där distributionen eller erbjudandet kräver åtgärd enligt föregående eller strider mot regler i sådant land. Anmälan om förvärv av aktier som strider med detta kan komma att anses ogiltig.
- Anmälan kan komma att anses ogiltig om tecknaren är bosatt eller på annat sätt har koppling till ett land där sanktioner förekommer.

Signera här:

Förnamn:

Efternamn:

Underskrift:

I. Skicka in anmälningssedeln och tillhörande handlingar per post: Aktieinvest FK AB, Emittentservice, BOX 7415, 103 91 Stockholm
Eller scannad per e-post till: emittentservice@aktieinvest.se

Alla handlingar ska vara Aktieinvest FK AB tillhanda senast klockan 17.00 den 22 mars 2021.



phoenixbiopower.com