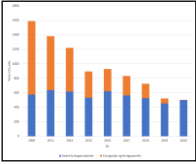


Kulde- og Varmepumpenytt Nr 33

Halvor Røstad postmaster@kulde.biz Tlf 41 47 40 27 januar 2022

Dette nyhetsbrevet sender jeg ut som E-mail til dem som måtte ønske det. Påmelding til postmaster@kulde.biz Om du ikke er interessert i å motta Nyhetsbrevet, vennligst gi meg beskjed på postmaster@kulde.biz

Utslippene fra olje til oppvarming er tilnærmet null



I 2020 ble det innført et forbud mot bruk av olje til oppvarming av bygninger.

Oljefyrforbudet har bidratt til at utslippene fra olje og parafin til oppvarming har gått ned fra over 1 million tonn CO₂-ekvivalenter i 2009, til tilnærmet null i 2020.

Varmeteknisk konferanse

Treffpunktet for energirettet kunnskap 11.- 13 mai på Color Magic

Varmeteknisk konferanse er treffpunktet for deg som er opptatt av energitekniske løsninger i bygg. Denne konferansen gir deg en unik mulighet til å møte mange gode ressurspersoner og verdiskapere. Her vil du få nye kontakter, møte leverandører og få nyttig innsikt gjennom konferansens fagprogram. Konferansens fagprogram er satt sammen av foredrag som gir deltagerne energirettet kunnskap og innsikt for bedre å utvikle egen kompetanse og strategisk planlegging i sitt arbeid og for sin bedrift. Konferansen avholdes på Color Magic, som går fra Oslo til Kiel 11. mai og tilbake 13. mai 2022. www.nemitek.no



Regjeringen styrker Enova med 750 millioner kroner

Regjeringen styrker Enova med 750 millioner kroner og Enovas administrerende direktør Nils Kristian Nakstad signerer tilleggsavtalen sammen med ekspedisjonssjef Ingvild Andreassen Sæverud i KLD og konst.strategi direktør Astrid Lillistråle i Enova.



Enova er et viktig virkemiddel for å bidra til teknologiutvikling slik at klimavennlige løsninger blir bedre og billigere og i neste omgang kan tas i bruk uten støtte. Det er viktig at noen går foran for at alle andre i neste omgang skal ha bedre og billigere løsninger å velge mellom. Enova skal fortsette å ha denne rollen, når teknologier blir modne må andre virkemidler ta over, sier klima- og miljøminister Espen Barth Eide.



Tilleggsbevilgningen er en del av en økt bevilgning i budsjettforliket på til sammen 750 millioner kroner.

100 millioner til kommunale boliger Regjeringen er opptatt av hvordan økte strømpriser treffer husstander med lave inntekter, som har begrensede muligheter til å energi-oppgradere boligene sine. Derfor er 100 av de 750 millionene til Enova øremerket energiltak i kommunale boliger.

Nye tiltak Enova vil i første kvartal lansere støtte til nye tiltak for husholdninger og forbrukere. Teknologiutvikling og tidlig markedsintroduksjon er førende for tiltakene, som vil favne bredere enn bare energieffektivisering. Først ut er lansering av støtte til smart strømstyring og kartleggingsstøtte til borettslag. Det vil også komme nye tiltak innen persontransport, som vil gi et direkte bidrag til reduksjon av klimagassutslipp, sier Nakstad.

I tillegg Støtte til nye tiltak kommer i tillegg til tiltakene som Enova allerede støtter. Eksempler på tiltak som støttes fra før er solcelleanlegg, balansert ventilasjon, vannbåren varme, ulike varmforsyninger (sol, varmepumpe, bio), energirådgivning og helhetlig oppgradering av bygningskroppen. Noen av de eksisterende støtteordningene vil forbedres samtidig som de nye blir lansert.

Et nytt laboratorium

Skal lære forskere å ventilere bort covid

Sammen med japanske forskere har vi utviklet en helt ny teori for hvordan spredning av smittestoffer skjer i og mellom rom og også hvordan man kan ventilere dem bort, sier Alan Kabanshi, forsker i energisystemer ved Universitetet i Gävle.

Dagens bygninger og ventilasjonssystemer er ikke bygget for å beskytte mot spredning av luftbårne smittestoffer, og erfaringen fra den nåværende pandemien er at mange mennesker blir smittet innendørs i hjemmene eller på arbeidsplassen. Vi har oppdaget at spredningen av smittestoffer avtar når luftstrømmønsteret endres og skal nå undersøke hvilken effekt man kan få

Nyhetsbrev 33 nasjonalt

av å bygge om og supplere eksisterende ventilasjon, sier Alan Kabanshi. Forskere vil også utvikle en forbedret modell for å estimere risikoen for å bli smittet, da dagens modeller er for ufølsomme til å gjøre et slikt estimat.

Laboratoriet avslører hvor du blir smittet

I vår lab kan vi også registrere hvilken vei smittestoffet tar mellom den smittede og ut i ulike deler av bygget, og ved å få kunnskap om smitteveiene kan vi identifisere soner hvor man kan bli smittet.

Forutsetningen er den helt nye tilnærmingen til hvordan fjerning og spredning av miljøgifter skjer i og mellom rom, som forskerne i Gävle har utviklet sammen med japanske forskere fra universitetene i Kasuga og Saitama.

Erfaringene fra pandemien kan føre til fremtidige krav til pandemiløst konstruksjon og vårt prosjekt vil også kunne bidra til utforming av slike bygg, sier Alan Kabanshi.



Formas, et statlig forskningsråd for bærekraftig utvikling, bevilger Alan Kabanshi, sammen med professor Mats Sandberg og forskningsingeniørene Elisabet Linden og Leif Claesson, 4 millioner svenske kroner til forskning på hvordan ventilasjon kan redusere luftbårne infeksjoner innendørs. Forskerne skal også utvikle en forbedret modell for å vurdere smitterisiko og bidra til ny kunnskap om hvordan man kan bygge hus tilpasset pandemier. Kilde: Universitetet i Gävle

Unik plass for sporing av overføringsveier og spredning av luftbårne partikler innendørs. Foto: Elisabet Linden

Kjøleskandalen på Munch museet

Hvor utgangspunktet er galest, blir titt resultatet orginalest, står det i Ibsens Peer Gynt.

Når Munchmuseet er planlagt for opp til 500.000 besøkende og museet nå forventer en million besøkende i året blir nok resultatet meget originalt, men nærmest som forventet. Kjølingen i bygget er ustabil, og museet har varslet at klimasystemet kan bryte sammen dersom det blir for mange besøkende i museet samtidig. Dette til tross for at klimaanlegget nå fungerer som det skal

For å rette på dette ba Munch museet om å få sette opp fem tørrkjølere med en høyde på 1,6 meter på taket av museet. Dette kjøleanlegget er tenkt å sikre kjølingen i bygget midlertidig, frem til Munch museet kan koble seg på en planlagt sjøvannbasert kjølesentral i Bispevika. Men det kan ta flere år.

Avslag Rådet for byarkitektur i Oslo har i sin anbefaling til Plan- og bygningsetaten (PBE) skrevet at de anbefaler etaten å be om alternative løsninger for midlertidig plassering. Det er også det PBE gjør i avslaget sitt. De skriver: «PBE har forstått museets behov for å installere ekstra kjølemuligheter ved bortfall av hovedløsningen for kjøling. Vi mener likevel at behovet både kan og må sikres innenfor rammene som er fastlagt i gjeldende reguleringsplan og på en måte som ivaretar byggets utforming. Når det ikke er tatt høyde for tørrkjølere i byggets utforming og planløsning på et tidligere tidspunkt, som en sikkerhet, har vi ved tidligere avslag for permanente tørrkjølere påpekt at dette innebærer at det må ses på ombygging av deler av øvre del av bygget for å sikre nødvendig kjølebehov. Det er ikke en god nok begrunnelse at det ikke er plass for tørrkjølere i de eksisterende tekniske romsoner. Ifølge godkjent plantegning består øverste etasje blant annet av bevertingsareal, møterom og VIP-rom. Vi har forståelse for at det ikke ønskes en ombygging av øvre etasje for en midlertidig løsning. Midlertidige tørrkjølere må da alternativt plasseres utenfor bygget, mens det utredes en permanent løsning for ekstra kjøling i Bispevika syd.



Nordbygg

Nordbygg messen i Stockholm er flyttet til **26. - 29. april 2022**. Nordbygg er den største bygnings- og utstyrsmessen i Sverige med 50.000 besøkende

Klimagassberegninger og digitale EPD-data

2-timers seminar 2. februar kl 09.00

VKE, Byggevareindustrien, Betongelementforeningen, Norske Trevarer, Treindustrien og BuildingSmart inviterer til et 2-timers seminar 2. februar kl 09.00 for å informere om aktiviteter som kan knyttes til klimagassberegninger, byggevarer og digitale løsninger som er under utvikling, og hva det betyr for byggevarereprodusentene. Både markedet og myndighetene stiller nye klimakrav til bygg. De kommende klimakravene i TEK vil utgjøre et minstekrav som må møtes, samtidig ser vi at mange ønsker å gå lenger enn dette. Klima- og miljødata for byggevarer er en sentral forutsetning for klimagassberegningene, og EPDer er de foretrukne informasjonskildene. For å få effektiv distribusjon av klimadata og utarbeidelse av klimaregnskap jobbes det med digitale løsninger for distribusjon av EPD-data. Både boligprodusenter, entreprenører og byggevarerkjeder har satt i gang aktivitet for møte de nye kravene. NOBB er i gang med å tilrettelegge for å levere digitale EPD-data basert på eksisterende EPDer. Flere byggevarereprodusenter har fått henvendelse fra NOBB, og er i gang med å levere dette. Det skjer

også tilpasninger hos EPD-Norge og lca.no som er en ledende aktør innen EPD- og EPD-generatorer med å tilpasse EPDer til maskinlesbart format.

Jordvarme

En ubegrenset energikilde, men det koster

Jordvarme er en av de mest fornybare, miljøvennlige og ubegrensede energikildene vi har. Den finnes overalt og kan utnyttes uavhengig av vær og tid, men det koster.

Jordvarme, eller geotermisk energi, er energi lagret som varme under jordens overflate. Den kan forsyne hele jorden med ren energi, forteller seniorforsker *Hieu Nguyen Hoang* ved avdeling for materialer og nanoteknologi ved Sintef Industri. Om vi klarer å hente ut litt av den geotermiske varmen, er det nok til å forsyne hele jorden med ren energi.

En forutsetning for å få varmen opp fra dypet, er at vannet i reservoaret kan flomme inn i brønnen og opp til overflaten. Derfor jobbes det stort sett med relativt porøse formasjoner med naturlige sprekker, så vannet kan bevege seg i formasjonene. Trykket i brønnen gjør at varmt vann og damp stiger. Energi som strømmer opp til overflaten, kan fanges og brukes til produksjon av elektrisitet, fjernvarme og generell oppvarming og nedkjøling avhengig av temperaturen. Til slutt ledes avkjølt vann tilbake til reservoaret gjennom en annen brønn – en injeksjonsbrønn.



Lavtemperatur geotermisk energi oppnås fra varmelommer på 40–150 grader og er mest effektiv til oppvarming. For å produsere elektrisitet effektivt, må man bore dypt nok for å hente ut høytemperatur geotermisk energi >150 grader. Vannet i form av damp hentes og brukes direkte til å produsere kraft i dampturbiner.

Hvem kan ha jordvarme? Teoretisk sett alle. Geotermisk energi kan nås og brukes som varmekilde nesten hvor som helst. De fleste kilder med lavtemperatur geotermisk energi til oppvarming finnes få hundre meter under bakken og kan brukes til drivhus, boliger, fiskerier, jordbruk, veianlegg og industrielle prosesser. Flere brønner ble boret på Avinor Oslo lufthavn for oppvarming og å holde den snøfri.

Jordens temperatur stiger med dybden fra overflaten til kjernen. I mesteparten av verden er gradienten ca. 25 grader pr. kilometer dybde. For å hente ut høytemperatur jordvarme >150 grader må man bore ca. 6–8 kilometer. Om grunnvannet ikke kan bevege seg i formasjonen, kan man teoretisk sett lage et lukket system eller kunstig oppsprekking i bergarter for å sirkulere vann. I praksis hindres det kun av manglende teknologi og ressurser.

Hva er fordelene? Jordvarme har mange fordeler. Den er en av de mest fornybare, miljøvennlige og ubegrensede energikildene. Den finnes overalt og kan utnyttes uavhengig av vær og tid.

Hva er ulempene?

Kostnaden for å bygge jordvarmeanlegg er ganske høy. For kraftproduksjon er kostnaden også knyttet til leting og kartlegging av naturlige geotermiske reservoar, og boring av dype brønner. Langsiktig kan investeringskostnaden kompenseres av lengre levetid og lave vedlikeholdskostnader. Lykkes man, kan elektrisitet produsert fra *geotermisk varme være et lønnsomt alternativ til sol og vind*.

Kostnaden for geotermisk energi kan bli enda lavere dersom vi lykkes med å bore til reservoarer med superkritisk vann med superhøytemperatur >374 grader og høytrykk >220 bar.

Hva bør forskningen fokusere på fremover? Geotermisk energi brukes i mange land, også i Norge. For å utnytte jordvarme effektivt i større skala, trengs forskning på mange områder. Utvikling av kosteffektiv og pålitelig lete-, bore- og loggeteknologi og brønnbygging gjør det mulig å bore dypere og hente ut energi fra høyere temperatur og høyere reservoartrykk. Ikke minst er det viktig å jobbe med humaniora og samfunnsvitenskap. Energikilden er relativt ung, og samfunnet er kanskje ikke klar over den. Det er viktig å involvere publikum og beslutningstakere så jordvarme aksepteres som en viktig fornybar energikilde og implementeres i større skala. Hele verden har behov for energi til oppvarming/avkjøling. Mange bruker kull og strøm for å varme opp huset. I Norge går 50 prosent av produsert strøm til oppvarming. Om vi kunne oppskalere ren og fornybar geotermisk energi, unngår vi mye CO₂-utslipp og at millioner fryser om vinteren. *Denne teksten er basert på en artikkel i TU-magasinet*

Trikset mot frosne dører



Når været slår om fra noen fuktige pluss-grader til flere minus, er sjansen for frosne dører og låser stor. Det samme dersom du har vasket bilen når det er kaldt. Det er to ting du må gjøre for å unngå disse problemene: silikon på listene og tynn olje i låsene og andre bevegelige deler. En silikonstift kjøper du i en rekvisita-butikk for 30 kroner. Smør et tynt lag på gummilistene på alle dørene. Husk også rundt bagasjeluka. Silikon finnes også på spraybokser, men anbefales ikke. Da kommer det ofte en sprut på lakken også, noe som ikke er bra. En omgang med tynn låsolje i låsene og på de bevegelige delene i låsen, foretrenger vann som måtte ha kommet inn og hindrer frysing. OBS: Bruk ikke låsspray. Den er beregnet på å tine låser som allerede har frosset, og bidrar til å tørke ut låsmekanismen. Det gjør bare problemene enda større neste gang kulda slår til.

Statsbygg vil ha rammeavtale for Østfold og Follo

Statsbygg ber om tilbud på rammeavtale for rammeavtale på 5 millioner kroner på service og lekkasjekontroll av kulde- og kjøleanlegg i Østfold og Follo. Beskrivelse av anskaffelsen: NS-EN 378 - Service og lekkasjekontroll av kulde- og kjøleanlegg og varmepumper, herunder følgende tjenester:

- Service- og vedlikeholdsarbeider for anlegg med kjølemedier
- Service- og vedlikeholdsmateriell for anlegg med kjølemedier
- Utskiftning/ nye anlegg med kjølemedier
- Lekkasjekontroll av F-gass
- Energivurdering
- Prosjektering og rådgivning

Leveransene og arbeidene vil være knyttet til drift og vedlikehold av eksisterende eiendomsmasse.

Digitale tvillinger skal forbedre driften av varmepumper

Avanserte digitale modeller skal optimere driften av varmepumper i fjernvarmesystemet. Dette må gjøres med en 'selvlærende' digital tvilling som kan ha stor betydning for den grønne omstillingen i sektoren. Store industrielle varmepumper vinner stadig mer terreng i fjernvarmeanlegg. Det har økt interessen for å utvikle digitale tvillinger, som er en digital kopi av varmepumpene.

En digital tvilling kan i utgangspunktet brukes til flere ulike formål. Først kan den overvåke driften av varmepumpen og sjekke at alt fungerer som det skal. I tillegg kan den digitale tvillingen med sanntidsmålinger fra de ulike komponentene i varmepumpen optimere disse innstillingene og sende tilbake til den fysiske varmepumpen som tilpasser dem, og dermed gjøre driften så optimal som mulig. Samtidig brukes sanntidsdata for å kontinuerlig forbedre modellen.

Finn feil i varmepumpen Den digitale tvillingen kan også brukes til å lokalisere feil i varmepumpen og forutsi når enkeltkomponenter må skiftes eller rengjøres. På denne måten kan vedlikeholdet skje før det oppstår et faktisk havari, som påvirker driften og varmeforsyningen.

Universalmodell for alle varmepumper Digitale modeller av varmepumper finnes allerede, men det er svært ressurskrevende å utvikle og tilpasse dem til hver enkelt varmepumpe. Et nytt prosjekt, ledet av Dansk Teknologisk Institut, vil derfor gå et skritt videre og utvikle en mer universell digital tvilling. Den skal bygges med moduler slik at den relativt enkelt kan tilpasses en ny varmepumpe uten at arbeidet må starte på nytt hver gang. – Vi håper å bruke datadrevet modellering, statistiske metoder og deterministiske modeller for å gjøre den digitale tvillingen så automatisk som mulig. Hvis vi kan gjøre den 'selvlærende' eller kunne tilpasse seg, vil den i stor grad kunne etablere seg på en ny varmepumpe og deretter tilby tjenesten ved både å overvåke driften og forutse vedlikeholdsoppgaver, sier Wiebke Meesenburg, DTU Mekanikk. Det er Wiebke Meesenburg og forskere fra DTU som i samarbeid med de andre prosjektpartnerne skal bidra med det metodiske arbeidet for å skape en mer universell digital tvilling som kan tilpasses og brukes til alle på en enkel måte store varmepumper.

Utviklingen av digitale tvillinger til varmepumper er støttet av EUDP og skjer i et samarbeid mellom DTU, Teknologisk Institutt, TLK-Thermo og AffaldVarme Aarhus. Prosjektet ønsker å inkludere data fra flere varmepumper, så andre interesserte er hjertelig velkommen til å kontakte Wiebke Meesenburg.

Varmepumpe fra AffaldVarme Aarhus. Foto viser varmepumpens første del, varmdamp chilleren, under installasjon.



Ny systemløsning kan spare butikkers strømforbruk med 45 – 60%

Med de rette systemløsningene for overvåkning av energibruken kan hver butikk spare mellom 45 og 60 prosent av strøm- kostnadene, sier daglig leder Bjørn Erik Korsnes i NordDisk. Selskapet har spesialisert seg på nettopp systemløsninger for overvåkning av ventilasjon, klimaanlegg, kjølfrys og varme i dagligvarebutikker. NordDisk med Bjørn Erik Korsnes som gründer og eier har kontor i Mysen. Det er et ungt selskap som startet i 2018, og installerer nå systemløsninger 10 til 15 butikker i året, blant annet for Coop og Joker. Vi er en totalleverandør av ventilasjon, klimaanlegg, kjølfrys og varme, og merker en stor pågang nå som strømprisene er så ekstremt høye, sier Bjørn Erik Korsnes, gründer og eier av NordDisk. Etter installasjoner og leveranser av systemløsninger, fortsetter selskapet med en serviceavtale med hver enkelt butikk. De tar ansvaret for å «tune» systemet optimalt. Og nå i januar 2022 har strømrregningene løpt helt løpsk for både husholdninger, butikker og andre bedrifter.

Brukstid og hvor energikrevende det tekniske utstyret er, vil selvfølgelig påvirke hvor mye strøm man må bruke. Men hvis du ikke er bevisst energiforbruket vet du ikke om du kan forbedre deg, eller om du underpresterer.

NordDisk har opplevd stor etterspørsel etter deres smarte funksjoner etter at strømprisen i Europa har steget kraftig. Flere av



kundene er nå glade for og ha valgt en løsning hvor det er full kontroll på energiforbruket og driften av bygget, med et godt samspill mellom alle tekniske installasjoner.

IWMAC, Coop og NordDisk sammen om å utvikle systemet "Rikets tilstand"

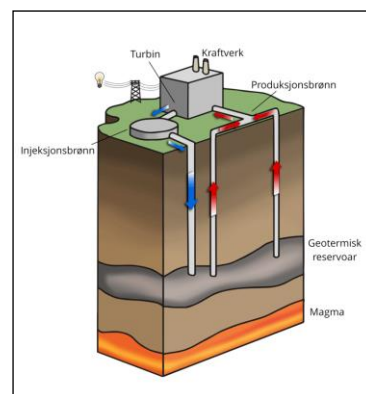


IWMAC har fått flere tilbakemeldinger på at kunder ikke har de samme bekymringene nå, nå som de vet at noen tar hånd om driften. Driftes ikke bygget økonomisk, gis det klar beskjed om dette og hvilke tiltak som bør settes i verk. Det unike her er at systemet selv gjør tiltak og varsler umiddelbart om uøkonomisk drift oppdages.

Da er det ikke nødvendig å vente på en skyhøy strømmregning for å skjønne at bygget er kommet skjevt ut på den tekniske driften. *Ståle Eriksen* forklarer at utviklingen av dette overvåkningssystemet begynte med at NordDisk beskrev et behov for bedre oppfølging av drift og energi, altså "rikets tilstand». Da gikk IWMAC, Coop og NordDisk sammen om å utvikle systemet. De fikk satt opp systemet med smarte funksjoner for og få kontroll på strømutgiftene, med påfølgende god driftsoppfølging. Det var et behov for å få kontroll på samspillet mellom alle tekniske komponenter, samt en oversikt over utvalgte KPI/driftdata i butikkene (KPI – Key Performance Indicators – ytelsesindikator).

Etablerer Danmarks første store anlegg for geotermisk varme

Affaldvarme Aarhus etablerer Danmarks første storskala anlegg for produksjon av geotermisk varme. Anlegget i Aarhus får en effekt på 110 MW og vil produsere nok energi til å dekke varmeetterspørselen til 35.000 husstander når det settes i drift innen utgangen av 2030. Vi har sett hvordan andre teknologier som vind- og solenergi har utviklet seg til å i dag være fullt konkurransedyktige. Nå er turen kommet til geotermi, sier klimaminister Dan Jørgensen. Han legger til at anlegget vil kunne produsere stabil varme uavhengig av om det er sol eller blåser, og at det samtidig kan bidra til å redusere bruken av andre brensler som biomasse. Affaldvarme Aarhus, som er fjernvarmeselskapet i Aarhus, skal utvikle prosjektet i samarbeid med geotermioperatøren Innargi. Utnyttelse av geotermisk varme skal skje ved å pumpe mer enn en 40 graders varmt vann opp fra en dybde på 1-2 kilometer. Vannet kan føres ut i fjernvarmesystemet etter ytterligere oppvarming ved hjelp av varmepumper. I Danmark vurderes geotermi i praksis å kunne dekke opp mot 15-20 prosent av varmebehovet, hovedsakelig i store byer.



Om få år kan du selv 3D-printe reservedeler

3D-printing, eller additiv tilvirkning, gjør det mulig å bygge deler lag for lag fra metallpulver. Metoden gir stor fleksibilitet i utforming så lenge man har rett utstyr og tilgang til rett pulvermateriale. Dermed kan man lage eller reparere delene når det trengs. Og der de trengs vil man spare seg for lagringsplass av deler og for transport av deler over lange avstander. Dette er noe som også kan være viktig for kulde- og varmepumpebransjen i vårt langstrakte Norge med store avstander til leverandører av reservedeler. Lykkes man vil dette gi store fortrinn i næringer med hard konkurranse og høye krav til lønnsomhet. I tillegg er løsningen klimavennlig, og det vil være et viktig steg i riktig retning for grønn omstilling.



*Jet-impeller til en skipsmotor repareres ved hjelp av metallpulver og 3D-printing.
Foto: SINTEF*

Bladene på dette pumpehjulet var nedslitt. Det gjorde at pumpehjulet ikke lenger kunne brukes, og normalt ville det blitt kastet. Det man gjorde var å tilføye nye blad på pumpehjulet ved hjelp av 3D-printing, eller additiv tilvirkning på fagspråket, av en sterk metall-legering. Etter denne reparasjonen vil pumpehjulet opprettholde sin funksjonalitet og materialet vil ikke gå til spille. Hvis komponenten er så ødelagt at den ikke kan resirkuleres, så er en annen fordel med denne teknologien at den ødelagte komponenten kan prosesseres og bli råvare for nye deler.

Miljøvennlig og rimelig

Den sirkulære økonomien preger tankegangen bak dette prosjektet. Målet er at materialet av de ødelagte komponentene eller deler av de ødelagte komponentene skal kunne gjenbrukes. Slik skal man spare tid, penger og miljøet. I tillegg bruker man kun de materialene som trengs. Ingenting går til spille og et eksempel er et pumpehjul som tidligere ville blitt skrotet, men som nå får nytt liv.

Mindre bruk av kostbare metaller med 3D-printing

Sammenlignet med tradisjonell maskinering, åpner teknologien for bedre og mer tilpassede løsninger når man skal lage nye komponenter. En god del komponenter er store og ikke så veldig utsatt for slitasje. I slike tilfeller kan man med 3D-printing bruke billige metaller som vanlig stål i de delene av komponentene som ikke er utsatt for stor mekanisk slitasje, mens mindre deler av komponentene som er mer utsatt kan printes i kostbare materialer av høyere kvalitet. Altså en hybrid løsning. *Kilde: Gemini*