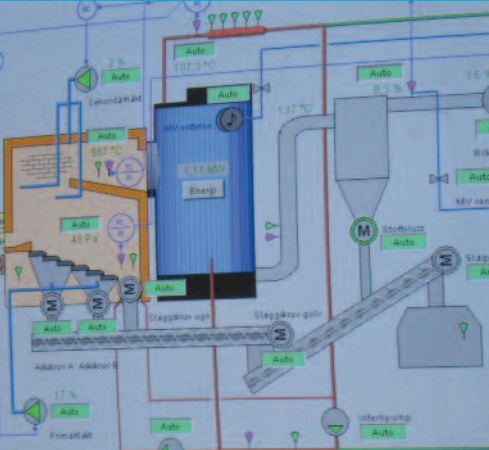


# FOKUS på tre



## Enøk i trelastindustrien



- Energioppfølgingsystem
- Enkle tiltak for å redusere energikostnadene
- Betydningen av god isolering
- Effektivisering av tørkeprosessen

Treteknisk



Med økende energipriser og større fokus på bioenergi er det naturlig at trelastindustrien vil se på mulighetene for å redusere sitt energiforbruk og ha en mest mulig energieffektiv drift ved sine virksomheter. På norske sagbruk er det mest vanlig å benytte biobrenselfyrte forbrenningsanlegg for å produsere termisk energi, som er nødvendig for å fjerne vann fra trelasten i tørkeprosessen. Omkring 80 % av den termiske energien går med til tørkeprosessen, mens resterende 20 % benyttes til oppvarmingsformål i produksjonslokaler og andre bygg. Den elektriske energien på sagbrukene går hovedsakelig med til drift av vifter i trelasttørkene, i tillegg til annet produksjonsutstyr og belysning.

EOS vil måtte tilpasses de individuelle behovene på vært enkelt sagbruk, og vil sikre at bedriften kan kontrollere forbruket av biobrensel og elektrisitet per m<sup>3</sup> tørket trelast.

Etter etablering av EOS vil det neste steget i ENØK-arbeidet være å gå gjennom de ulike produksjonsenheter for å kartlegge hva som er nåtilstanden med hensyn til slitasje på utstyr, muligheter med varmegjenvinn-

Figur 1. Skisse av arbeidsoppgavene i et energioppfølgingsystem.

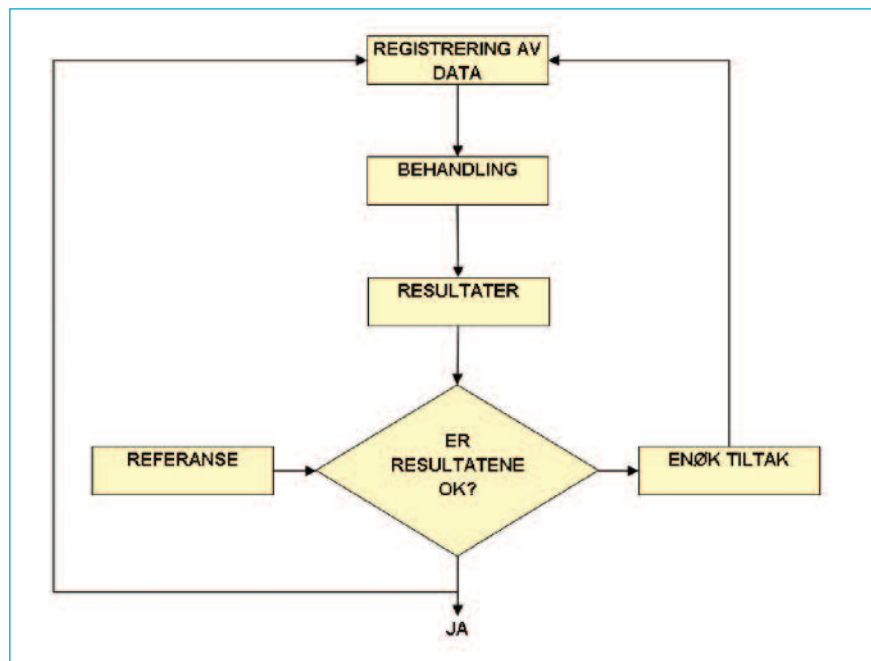
## Spesifikt energiforbruk

For å kunne sammenligne forbruket av energi før og etter iverksetting av ENØK-tiltak, må det tas hensyn til variasjon i produksjonen på sagbrukene. Det er derfor naturlig å sammenligne det spesifikke energiforbruket. Spesifikk energi beregnes ved at medgått energimengde fordeles på det totale produksjonsvolumet, angitt i kilowatt timer pr. m<sup>3</sup> ferdig produsert trelast (kWh/m<sup>3</sup>).

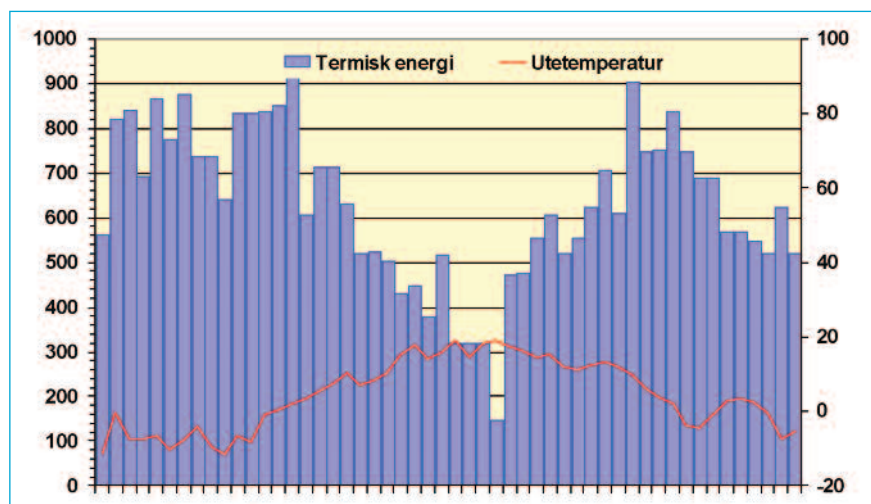
## Energioppfølgings-system

Før man går i gang med ENØK-arbeid på bedriften, må det opprettes et Energioppfølgings-system (EOS), dersom dette ikke eksisterer. Med energioppfølging menes en systematisk og periodevis registrering og analyse av energiforbruket.

En slik registrering gjør det mulig å måle reduksjonen i energikostnader direkte gjennom økningen i overskuddsbiobrensel etter at ulike tiltak er gjennomført. I tillegg vil ansatte gjennom EOS bli mer oppmerksomme på energikostnader. Det kan også være en drivkraft og motivasjonsfaktor for bedriften til å optimalisere prosessene og redusere energibruken.



Figur 2. Eksempel på ukentlig registrering av termisk energiforbruk og utetemperatur ved et sagbruk gjennom EOS.





ing og varmeveksling, isolering, etc. En slik gjennomgang gjør det mulig å si noe om hva sparepotensialet vil være for ulike ENØK-tiltak og hvilke tiltak som vil være mest lønnsomme å gjennomføre. De ulike tiltakene vil vanligvis bli rangert og prioritert etter hvor lønnsomme de er.

### Tiltak for å redusere energikostnadene

Det er mange ENØK-tiltak trelastbedriftene kan gjennomføre som ikke krever høye investeringskostnader. Vanligvis gjennomføres det en større renovasjon på sagbrukene hver sommer. Et godt vedlikeholdssystem gjør at en tidligere kan oppdage problemer, feil eller mangler på en mer kontinuerlig basis og foreta de nødvendige tiltak på et tidligere tidspunkt.

Eksempler på slike tiltak er:

#### Utskifting av dårlige flaps i trelasttørker

For å unngå lekkasjeluft på sidene og over trelastpakkene, benyttes såkalte flaps i tørkebygningene. Disse er som regel utført i hard plast eller gummi, og blir etter hvert bøyd, får rifter eller faller delvis av på grunn av mekaniske og/eller varme- og fuktighetspåkjenninger over lang tid. Skadete eller ødelagte flaps bør byttes så raskt som mulig. Det gir reduserte tørketider og dermed redusert forbruk av elektrisk energi til viftene og termisk energi til tørkeprosessen.

#### Vedlikehold og tetting av lekkasjer fra trelasttørkene

Tørkebyggene utsettes for langvarige høye varme- og fuktighetspåkjenninger. Dette vil etter hvert gi små lekkasjer i pakninger og sammenføyninger i bygningene. Spesielt om vinteren kan man lett se damp som lekker ut ulike steder på tørkene, og det

er gjerne området rundt portene som er mest utsatt.

På eldre tørkeanlegg kan det også være et problem at spjeldene for friskluft og råluft ikke tetter ordentlig. Det kan føre til at relativt store mengder lekkasjeluft siver ut.

Det er viktig at det regelmessig gjennomføres et hensiktsmessig og tilfredsstillende vedlikehold av vegger, innvendig og utvendig tak og porter og gulv på trelasttørkene. I tillegg må det påses at viftemotorer, spjeld, varmebatterier, flaps og basesystem fungerer som det skal. Dette er alle kritiske komponenter for å kunne oppnå en god og energieffektiv tørkeprosess.

#### Kartlegging av varmeoverføring i trelasttørkene

Et problem som kan oppstå i trelasttørker over tid, er at man opplever at det blir vanskelig å oppnå ønsket temperatur. Dette kan skyldes korrosjon eller beleggdannelse inne i eller utenpå varmebatteriene i tørkene. Det medfører at varmeoverføringen ikke blir optimal. Det kan også skyldes for store varmetap andre steder i varmeledningen, noe som kan utbedres ved å isolere rør og komponenter bedre.

#### Effektivt basesystem

Oppfukning av tørkeluften, såkalt basing, er en svært viktig del av tørkeprosessen. Den vanligste måten å gjøre dette på i dag, er å tilføre forstøvet vann under høyt trykk inn i tørkekammeret gjennom basedyser. Anbefalt vannmengde fra ulike tørkeleverandører er omkring 6-7 l/(timer x m<sup>3</sup>).

Ofte er tilført vannmengde for liten, slik at operatører ved enkelte tørkeanlegg sliter med å få hevet luftfuktigheten tilstrekkelig i enkelte deler av tørkeforløpet. Dette gir lengre tørketid og en lite effektiv tørkeprosess.

På en bedrift ble antall basedyser økt fra tre til atten dyser i en kammertørke, samtidig som trykket på basingen ble økt. Det ga 7-8 timers reduksjon i oppvarmingstid og en innsparing på omkring 18 kWh/m<sup>3</sup> termisk energi og 8 kWh/m<sup>3</sup> elektrisk energi.

#### Vedlikehold av forbrenningsanlegget

Periodisk service av forbrenningsanlegg med rensing av rister og røykgassvifter og generell feiing er nødvendig for å unngå sintring i anlegget og sikre en effektiv drift. Større renoveringer

Figur 3. Lekkasjer fra trelasttørker medfører store varmetap.



av gamle anlegg gir ofte gode resultater i form av mer effektiv forbrenning og varmeoverføring.

## Isolering

En svært kostnadseffektiv måte å redusere varmetap på, er å bytte ut dårlig eller ødelagt isolasjon. Dette gjelder spesielt gulv-isolasjon på tørkeloftene i trelasttørkene og isolasjon på rør og komponenter i den vannbårne varmeledningen.

Modeller for beregning av varmetap med og uten isolasjon kan benyttes for raskt å kunne bestemme kostnader og tilbakebetalingstid ved investering i ny isolasjon i bygg, rør og komponenter.

## Isolering av tørker

Eldre norske trelasttørker er hovedsaklig utført i betong, mens dagens trelasttørker for det skandinaviske klimaet bygges i rustfritt stål eller med sandwichelementer av støpt betong og isolasjonsmateriale. En sammenligning av varmeovergangskoeffisienter i veggene på gamle og nyere trelasttørker viser at transmisjonstapene gjennom veggene på gamle trelasttørker kan være opptil 2-3 ganger høyere enn på nye anlegg.

Utskifting eller forbedring av veggisolasjon i trelasttørker kan være et alternativ på eldre tørkeanlegg, men dette er ofte en komplisert og dyr prosess.

Et rimeligere alternativ for å redusere varmetapet er å bytte ut dårlig isolasjon på tørkeloftene. Et generelt problem som sagbrukene opplever, er at damp siver opp gjennom sprekker og sammenføyninger i taket mellom tørkekammeret og loftet og gjør isolasjonen våt. Det reduserer isolasjonsevnen betraktelig. I til-



Figur 4. Tørkeloft med henholdsvis dårlig og god isolasjon.

Pris for isolering	95 kr/m <sup>2</sup>
Varmepris	15 øre/kWh
Reduksjon i varmetap	240 MWh/år
Kostnadsbesparelse	36 000 kr/år

Tabell 1. Isolering av 150 m<sup>2</sup> tørkeloft i betongtørke.

legg kan kondens fra yttertaket dryppe ned på isolasjonen, noe som gjør at det er viktig å ha en god utlufting, enten ved avtrekk eller spalter på tørkeloftene. For mineralull vil et fuktopptak på 10 volumprosent medføre en redusert isolasjonsevne på 50 %.

Renovasjon av tørkeloft hvor våt eller ødelagt isolasjon byttes, vil derfor gi en kraftig reduksjon av varmetapet, samtidig som tørketidene også vil reduseres fordi oppvarmingstiden blir kortere.

## Isolering av varmeledning

God isolering av både rør, ventiler, flenser, pumpehus og annet utstyr i de vannbårne varmeledningene, er sannsynligvis en av de mest kostnadseffektive måtene å redusere energiforbruket i den varmekrevende trelastindustrien.

Tekniske analyser som er utført, viser at tilbakebetalingstiden kan være så lav som 2-3 måneder ved å isolere uisolerte rørstrekke, se figur 5.

Isolering av komponenter i varmeledningene, som pumpehus, ventiler og flenser, kan ha en tilbakebetalingstid på omkring ett år, se tabell 2.

## Effektivisering av tørkeprosessen

Den mest energikrevende prosessen ved sagbrukene er tørkeprosessen, både med hensyn til forbruket av termisk energi og elektrisk energi. Trelastindu-

Figur 5. Isolering av rør med vannbåren varme gir store energibesparelser.





Vanntemperatur	80 °C
Omgivelses-temperatur	25 °C
Varmetap pr. ventil, uisolert	0,52 kWh
Varmetap pr. ventil, isolert	0,036 kWh
Reduksjon av varmetap	0,48 kWh (93 %)
Tilbakebetalingstid	Ca. 1 år

Tabell 2.  
Isolering av DN 100 sluseventil.

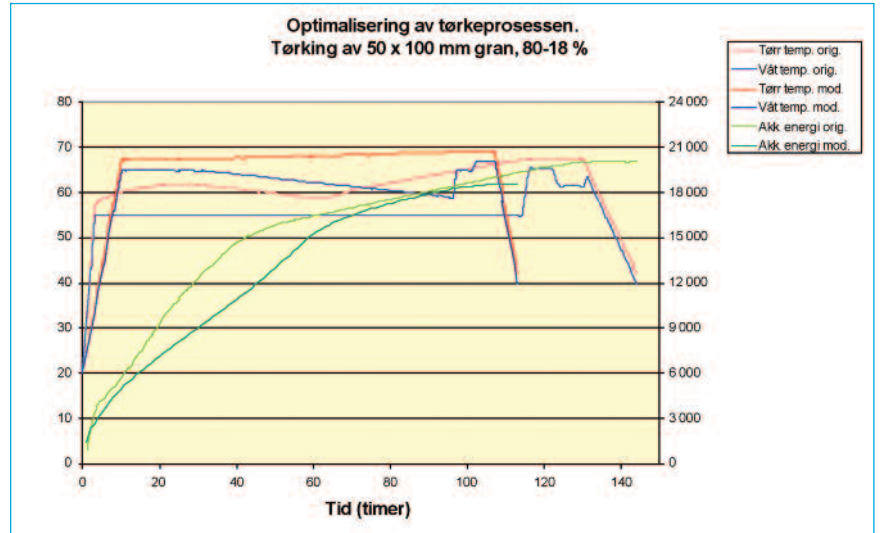
strien bør derfor ha et spesielt fokus på sine tørkeprogrammer og vedlikehold av tørkebyggene.

Et godt utgangspunkt for å oppnå en bedre og mer energi-effektiv tørkeprosess er å gå gjennom tørkeskjemaene for bedriften. Simuleringsprogrammer kan benyttes for å optimalisere tørkeprosessene med siktemål om å redusere tørketiden og energiforbruket, uten at det går på bekostning av tørke kvaliteten.

En gjennomgang av ulike tørkeskjema på Treteknisk viser at mange sagbruk har muligheten til å øke tørketemperaturen og endre klimaet i tørkekammeret slik at tørkehastigheten øker. Reduksjon av elektrisk energi til tørke viftene følger direkte fra reduksjonen i tørketid.

Figur 6 viser et eksempel på oppnådd reduksjon i tørketid og akkumulert energi ved modifisering av tørkeskjemaet for en tørkesats med 70 m<sup>3</sup> gran med dimensjonene 50 mm x 100 mm. Startfuktigheten i trelasten er omkring 80 % og slutfuktigheten ca. 18 %. Tørketiden ble redusert med 22 %, mens beregnet reduksjon i det spesifikke energiforbruket er 12 %. En av årsakene til at det er mulig å oppnå en så stor reduksjon i tørketiden, er at temperaturnivået i tørkene ble hevet 7-8 °C.

Energireduksjonen som er mulig



Figur 6. Eksempel på reduksjon i tørketid og energibruk med et mer effektivt tørkeskjema.

å oppnå ved modifisering av tørkeprosessen, vil variere med trelastdimensjoner, temperaturnivåer i tørkene, målfuktighet, kvalitet på tørkebyggene og hvor godt skjemaene er tilpasset på forhånd. Dersom det er ønskelig å heve temperaturnivået i tørkeprosessen, er det viktig å undersøke om tørkeutstyret tåler dette. I tillegg kan det gå utover kvaliteten for enkelte produkter dersom temperaturen heves for mye (kvaeflyt, sprø kvist, etc.).

## Elektrisk energi

En svensk undersøkelse på mellomstore sagbruk (50-100 000 m<sup>3</sup> trelast) viste at gjennomsnittlig spesifikt elektrisitetsforbruk er 85 kWh/m<sup>3</sup>.

Av dette står trelasttørkene for omkring 30 kWh/m<sup>3</sup>, som hovedsakelig er elektrisk energi til tørkeviftene. Sag- og barkemaskiner forbrukte gjennomsnittlig 23 kWh/m<sup>3</sup>, mens videreføring med høvling og splitting sto for omkring 13 kWh/m<sup>3</sup> av elektrisitetsforbruket. Resterende forbrukssteder er tømmerinntak, rå- og tørrsortering, samt fyrhus og belysning.

Det er likevel store forskjeller fra sagbruk til sagbruk, og normtallene bør derfor bare benyttes som indikatorer for elektrisitetsforbruket.

## Frekvensomformere

Den største forbrukeren av elektrisk energi er altså sirkulasjonsviftene i trelasttørkene som driver tørkeluften gjennom pakkene. Det er et stort energisparingspotensial ved å installere frekvensomformere på viftene for å redusere rotasjonshastigheten og dermed det elektriske forbruket mot slutten av tørkeforløpet.

Installasjon av frekvensomformere i trelasttørker vil for enkelte dimensjoner medføre en reduksjon i elektrisk forbruk i området 10-15 kWh/m<sup>3</sup> tørket trelast.

Samtidig bør frekvensomformere vurderes for alt elektrisk produksjonsutstyr med varierende last. Dette vil medføre at motorene til enhver tid tilpasses belastningen. Eksempelvis vil installasjon av frekvensstyring på hovedpumpen i den vannbårne varmekretsen gi bedre driftsmessige forhold og redusert forbruk av biobrensel.

## Belysning

Visuell sortering av trelast og tømmer stiller store krav til belysning. Forsøk i Sverige viser at belysningen kan forbedres samtidig som energiforbruket reduseres med inntil 50 % ved bruk av retningsbestemte armaturer for keramiske metallhalogenlamper. Denne type lamper gir et distinkt og kontrastrikt lys som gjør at skader i virket blir lettere synlige enn tilfellet er med vanlige lysrør.

Installasjon av automatisk regulering av utelys med slokking om natta er et annet alternativ som vil redusere elektrisitetsforbruket.

## Varmegjenvinning

I høvleriene trekkes det store mengder oppvarmet luft fra produksjonshallen og ut i flisav-sugene. En måte å unngå dette på er å montere frisklufttilførsel

direkte inn på hver produksjonsenhet, samtidig som åpninger rundt dører, avtrekk, etc. tettes best mulig. Beregninger viser at en slik installasjon kan gi en energisparing i størrelsesorden 0,5 GWh pr. år i form av reduserte oppvarmingskostnader. Besparelsen vil være avhengig av størrelsen på de oppvarmede lokalene.

## Varmeveksling

Varmevekslere blir vanligvis installert i nye kanaltørker for å gjenvinne noe av ventilasjonsvarmen i den mettede avtrekksluften. Investeringskostnaden ved å kjøpe og etterinstallere en varmeveksler i en kanaltørke vil være større, men vil likevel være et lønnsomt alternativ over tid.

En leverandør oppgir at varmeeffekten er 165 kW på sine varmevekslere. Dersom man antar en

Investering	500 000 kr
Energireduksjon	1 050 MWh
Energipris	15 øre/kWh
Internrente	8 %
Tilbakebetalingstid	Ca. 4 år

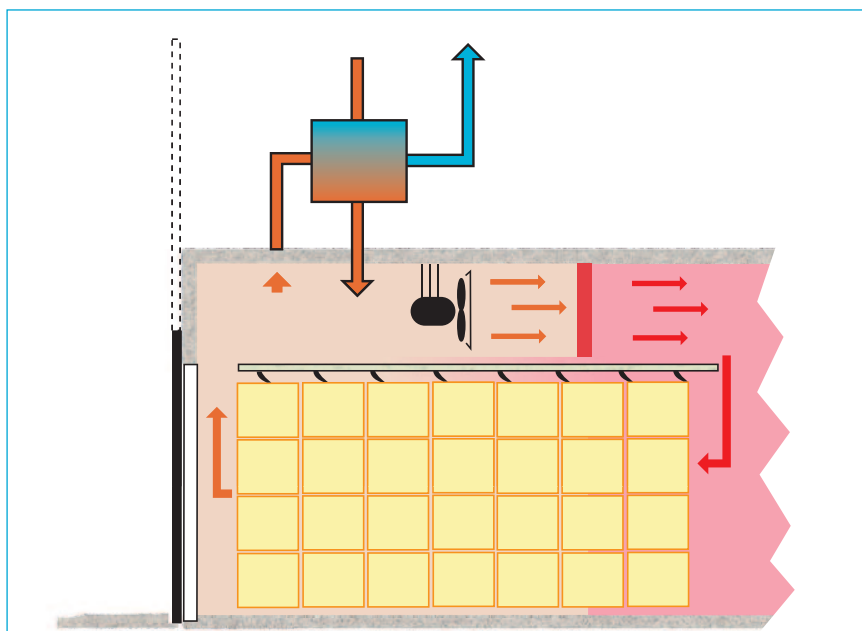
Tabell 3. Installasjon av varmeveksler i kanaltørke.

utnyttelsesgrad på ca. 80 % av en total driftstid på 330 døgn, vil innsparingen i varmeenergi være ca. 1,05 GWh pr. år. Tabell 3 viser en beregning av tilbakebetalingstiden for en slik varmeveksler.

## Litteratur

- Prenøk 10.12. *Energioppfølging – et viktig verktøy i Enøk-arbeidet. Revidert utgave. VVS bransjens håndbok i vannbåren energi.* Skarland Press AS. 2008.
- *Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper. Byggforskserien. Byggetaljer 573.344.* SINTEF Byggforsk. 2004.
- Prenøk 5.19. *Praktisk isolering av varme- og kulderør. VVS bransjens håndbok i vannbåren energi.* Skarland Press AS. 2003.
- Enova Næring. *Faktadatabase – Termisk isolering.* <http://naering.enova.no>
- ENØK i trelastindustri. *Olje- og energidepartementet.* 1985.
- *Optimizing the Air Velocity in an Industrial Wood Drying Process.* Ylva Steiner. Masteroppgave ved Institutt for naturforvaltning (INA), UMB. 2008.
- *Bättre belysning spar energi vid sågverk.* Anders Lycken. SP Träteknisk rapport. 2006.
- ENØK i varme- og tørkeanlegg i trelastindustrien. *Treteknisk rapport nr. 72.* Treteknisk. 2008.

Figur 8. Prinsippskisse av varmeveksler i kanaltørke.



**Forfatter** Henning Horn  
**Finansiering** Treteknisk  
**Foto** Treteknisk

Treteknisk

Forskningsveien 3 B  
 Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo  
 Telefon 22 96 55 00  
 Telefaks 22 60 42 91  
 firmapost@treteknisk.no  
 www.treteknisk.no