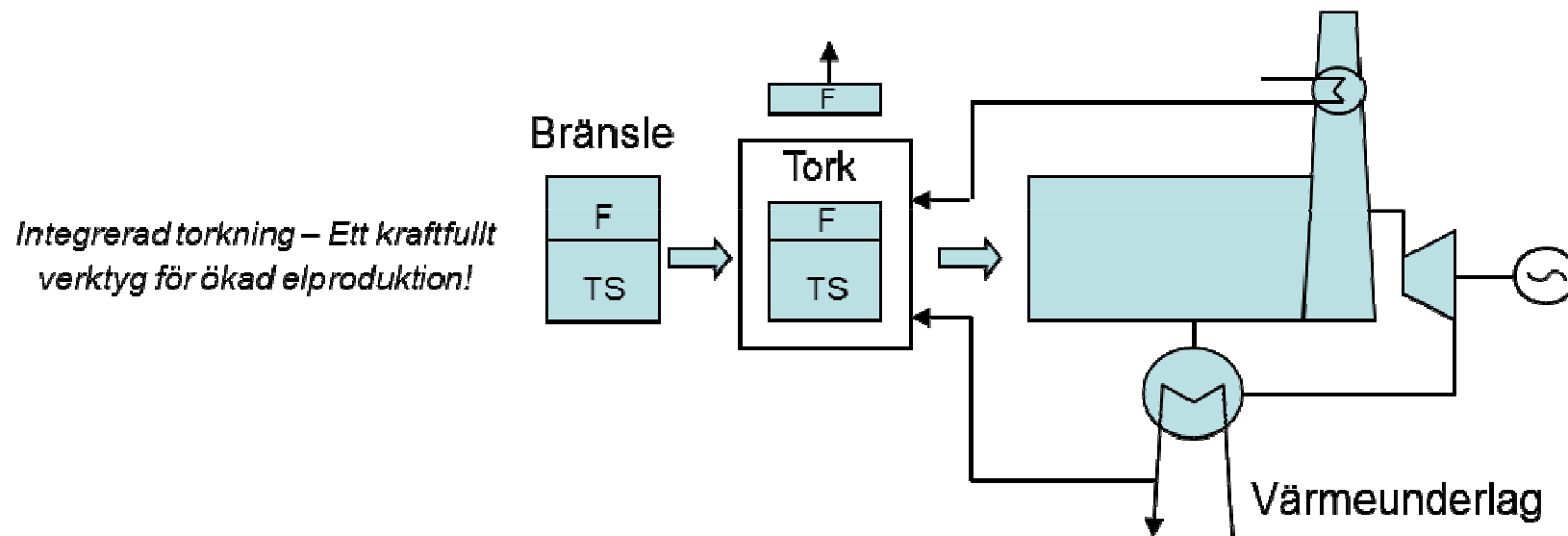


# Integrerad torkning av biobränsle i kraftvärmeanläggningar och skogsindustri



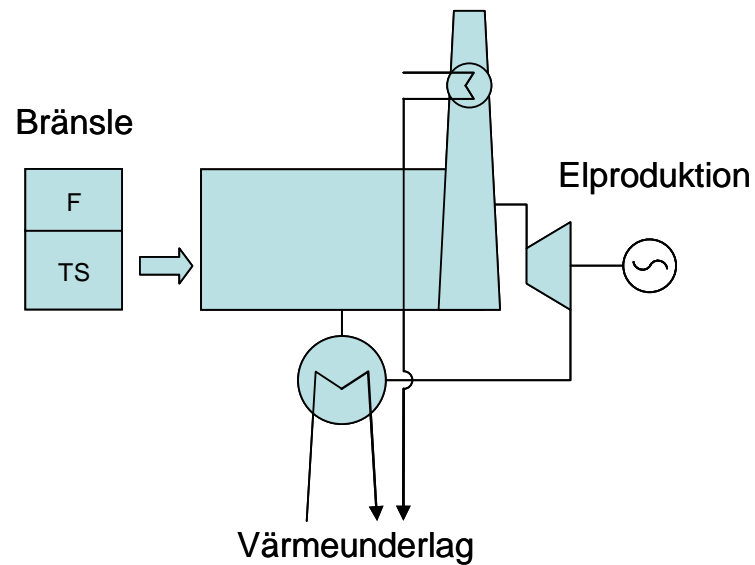
Föredrag vid Panndagarna 2011 av Ola Thorson (VD) S.E.P.

# Torkning av biobränsle har flera fördelar

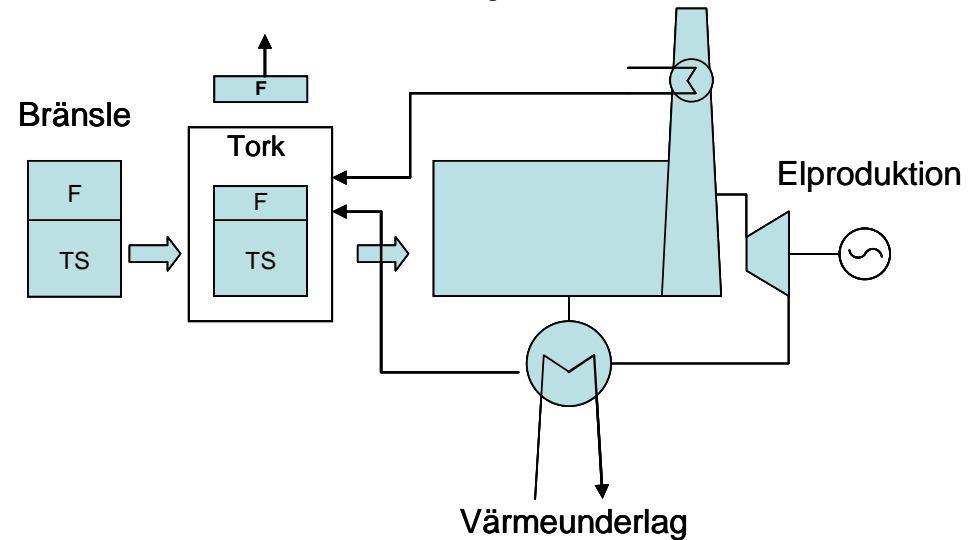
- Torkning ökar bränslets effektiva värmevärde.
- Fjärrvärme / mottryck som värmekälla ökar värmeunderlaget för ökad elproduktion.
- Ökat värmeunderlag förlänger även kraftvärmepannans driftsäsong.
- Säsongsvis lagring av torkat bränsle utjämnar behovet.

# Utnyttjande av lågtemperaturvärme

Referensfall t.ex. med  
rökgaskondensering



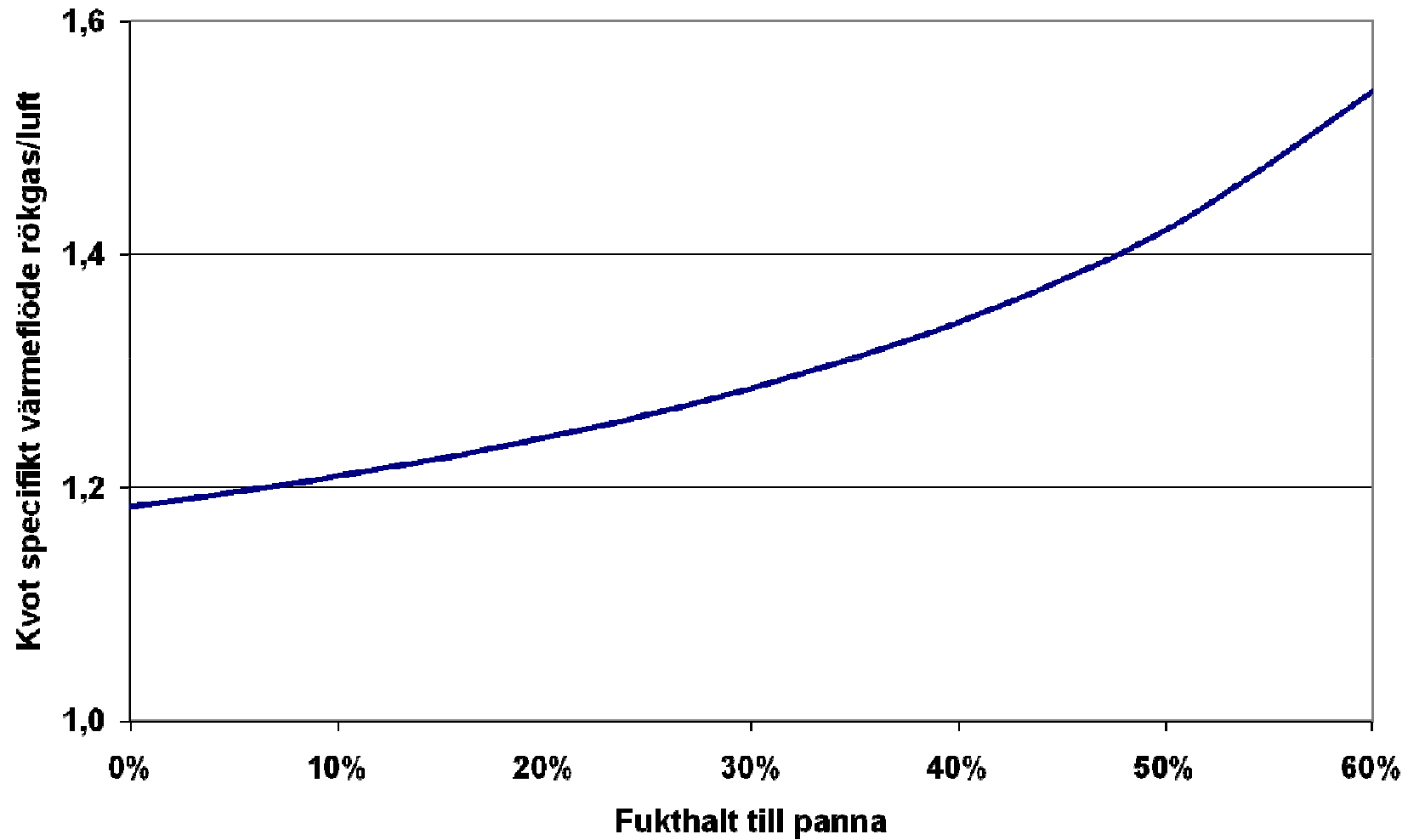
Fall med förtorkning



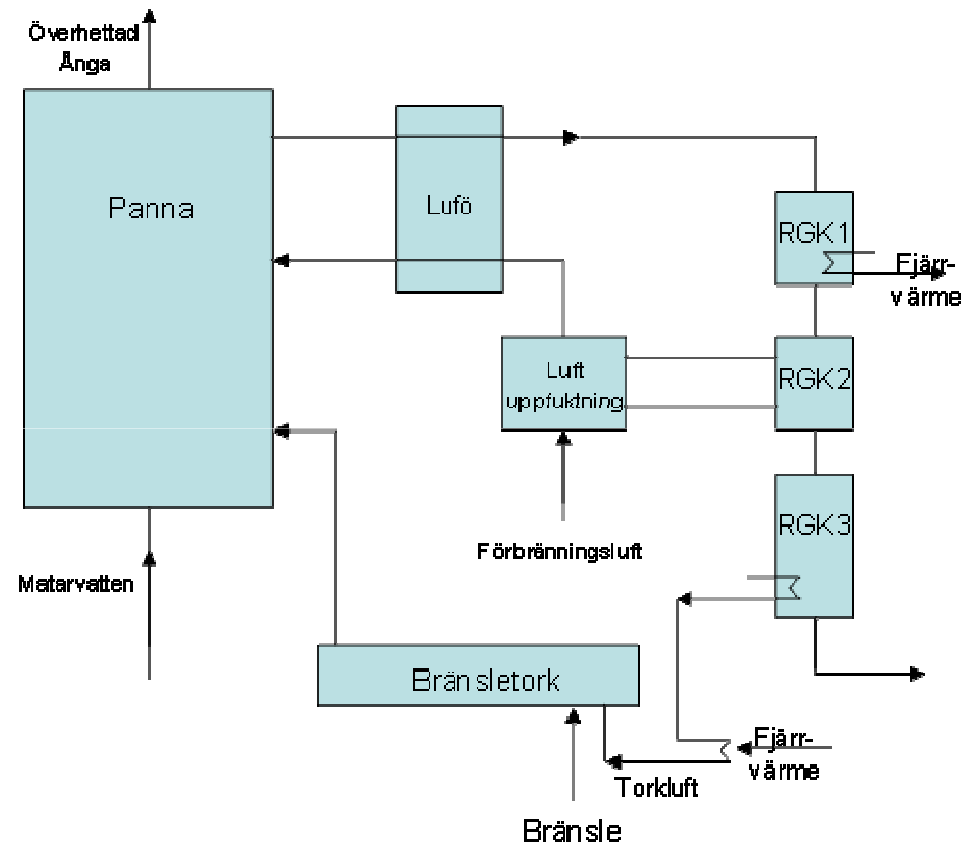
# Bäddtorkning

- Bäddtorkning lämpar sig väl då värmekälla av låg temperatur finns att tillgå.
- Bäddtorken är lämplig vid torkning av biobränsle, utan krav på förbehandling.
- Bäddtorken har relativt enkel konstruktion.
- Bäddtorken har en låg elförbrukning per avdunstad fukt jämfört med andra torktekniker.

# Matchning rökgas/luft

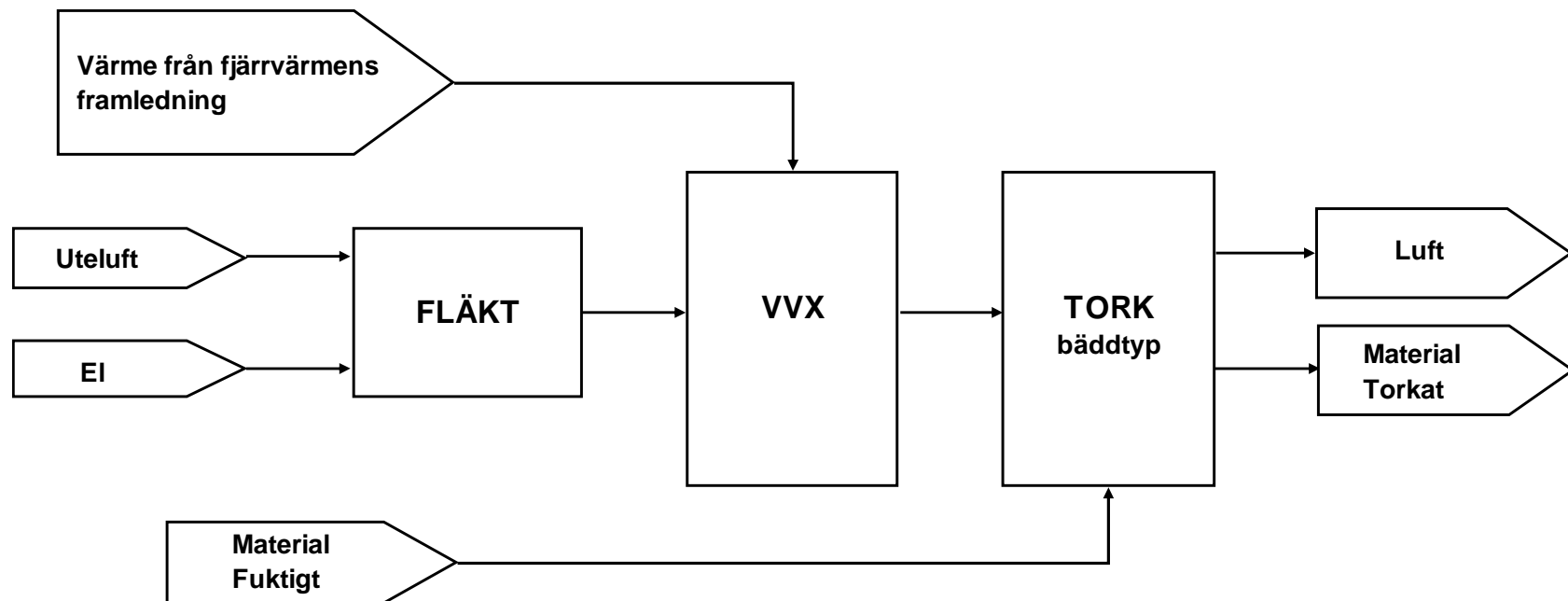


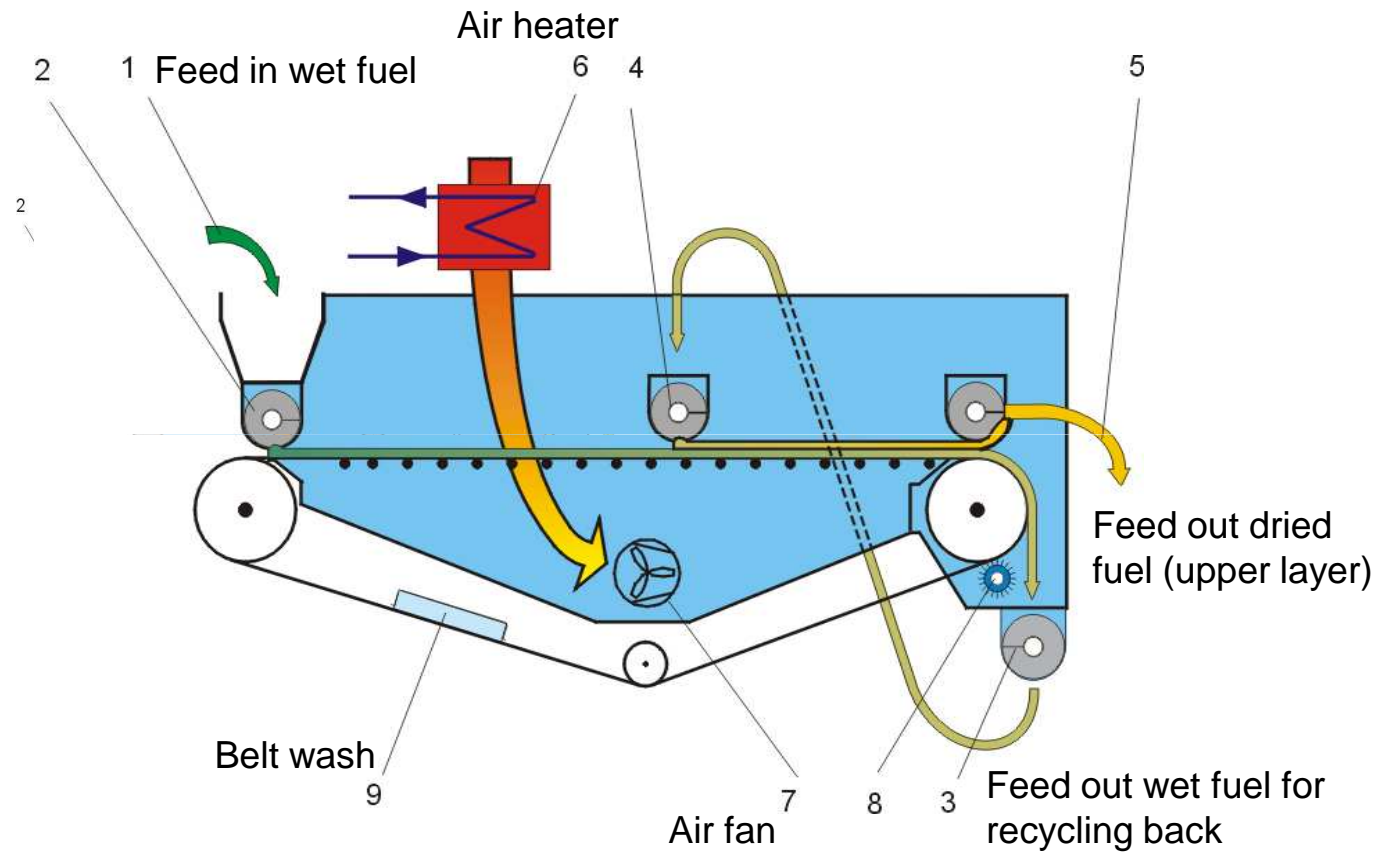
# Bäddtorkning-värmekällor



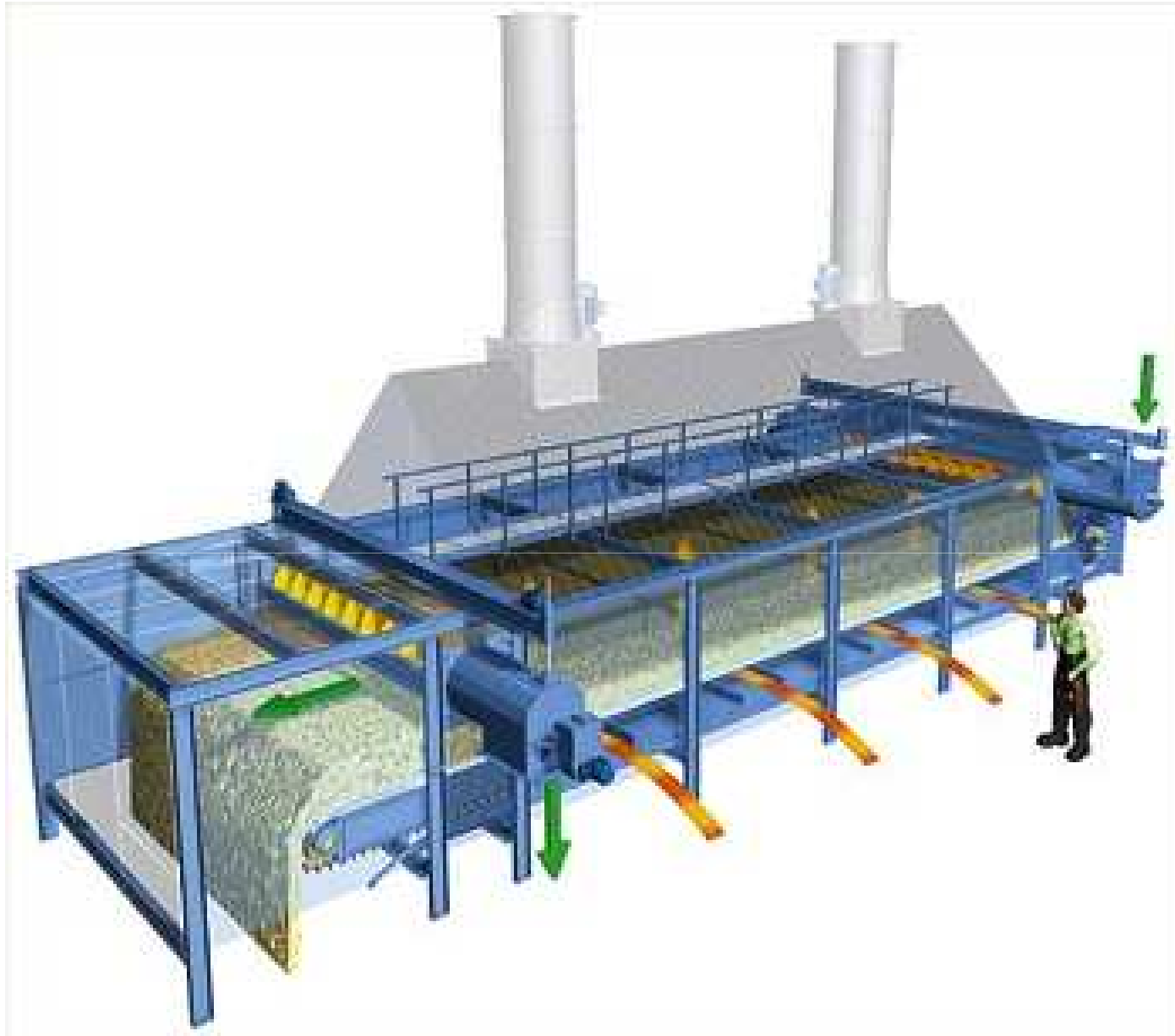
Optimerad energiåtervinning i rökgaser.

# Processchema Bäddtork





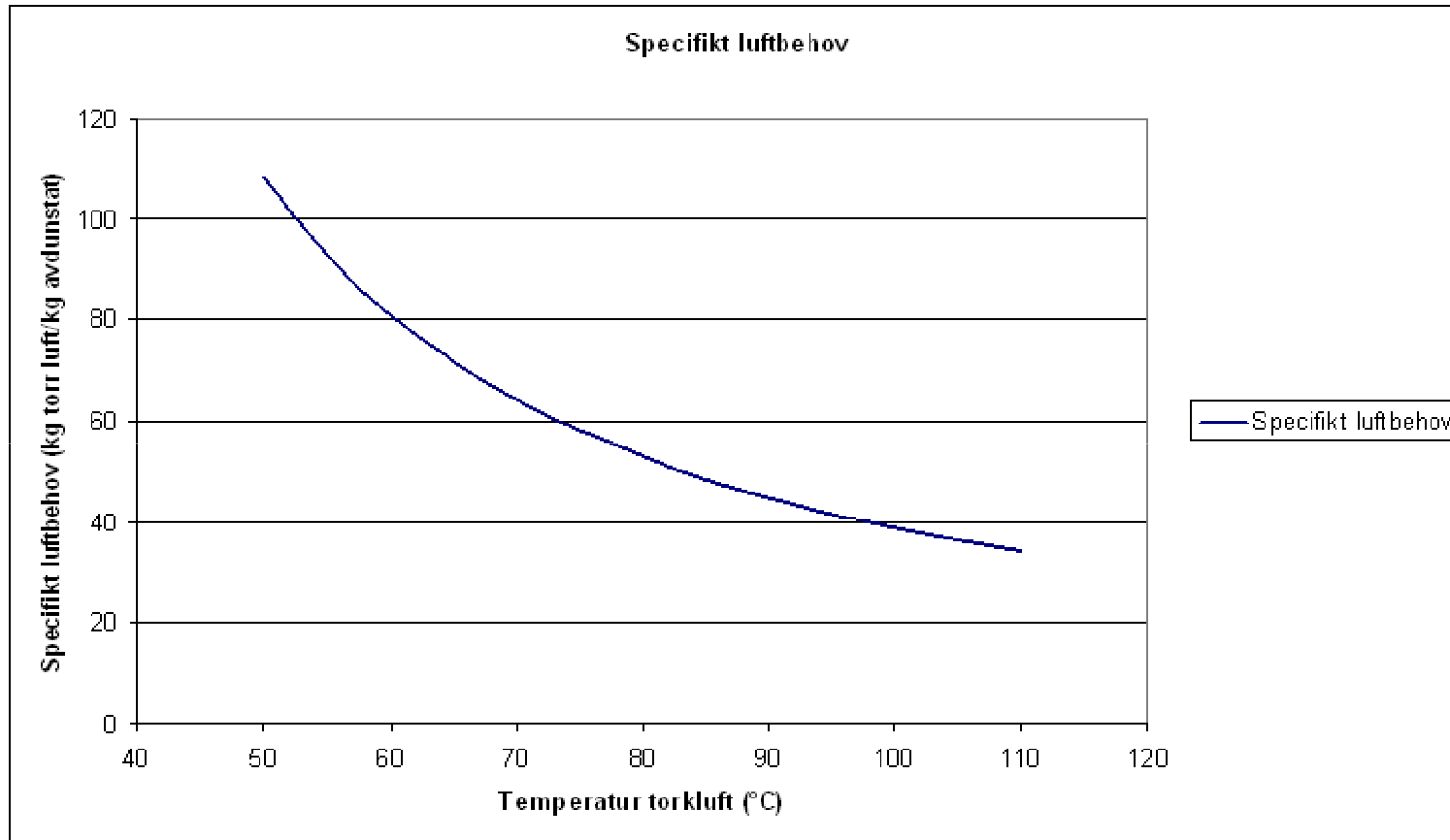




Källa: Bruks Klöckner

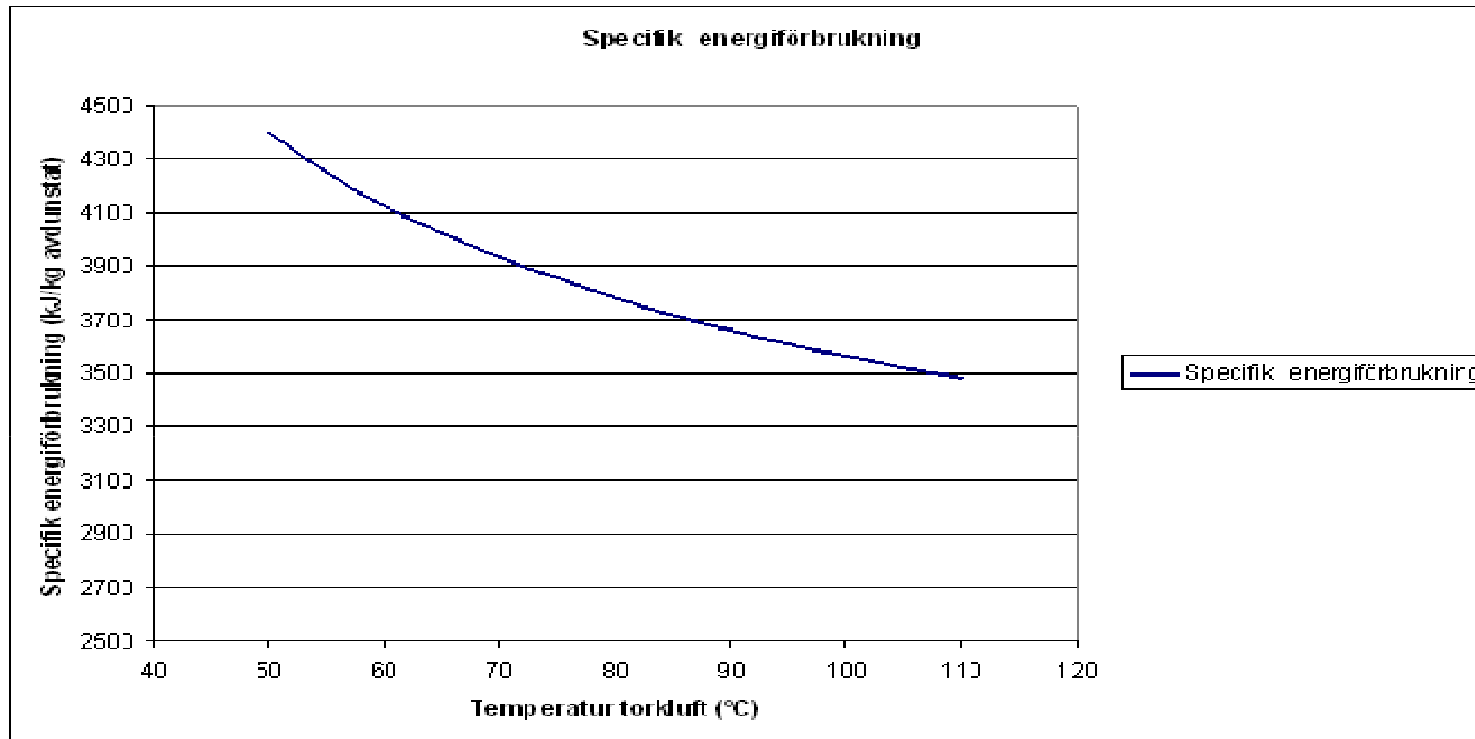
**S.E.P.** Scandinavian Energy Project AB

# Teoretiskt luftbehov i tork



- Nödvändigt luftbehov för att kunna bära ut fukten baserat på utomhusluft med 10°C och 80% RH

# Specifik energiförbrukning



- Uppvärmningen av den luft som krävs för att föra bort den avdunstade mängden. (exkl. fläktenergi och energi för uppvärmning av materialet)

# Bäddtorkning

- Specifikt värmebehov omkring 3,9 MJ/kg fukt avdunstat.
- Ökning av effektivt värmevärde per kg TS är 2,44 MJ/kg fukt avdunstat.

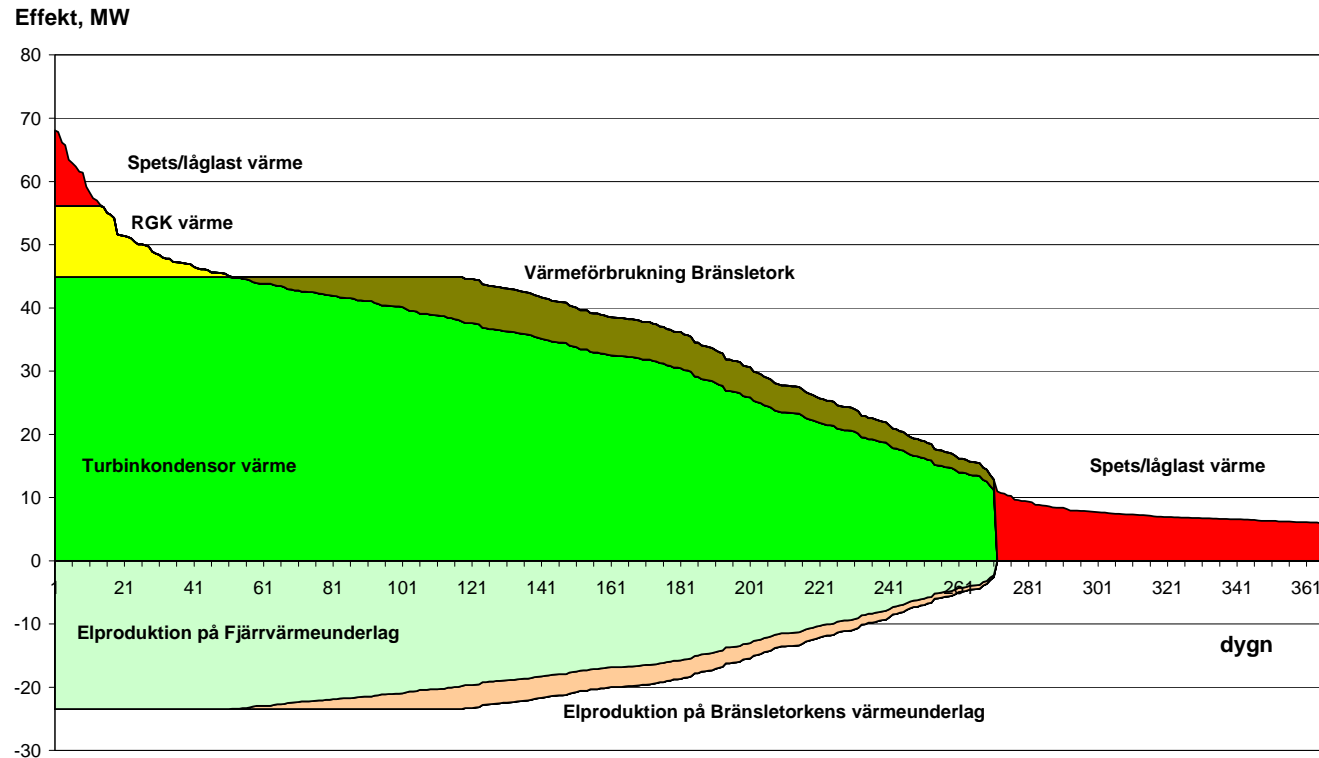
# Ökat elutbyte genom torkning

- En studie genomförd av S.E.P. på uppdrag av Värmeforsk (Rapport 1151). Olle Wennberg, Ola Thorson och Mikael Berntsson
- Fallstudier av integrerad torkning för **befintligt KVV** samt för **modellerat och optimerat KVV**.
- Studier avser hel driftsäsong.

# Förtorkning eller torkning?

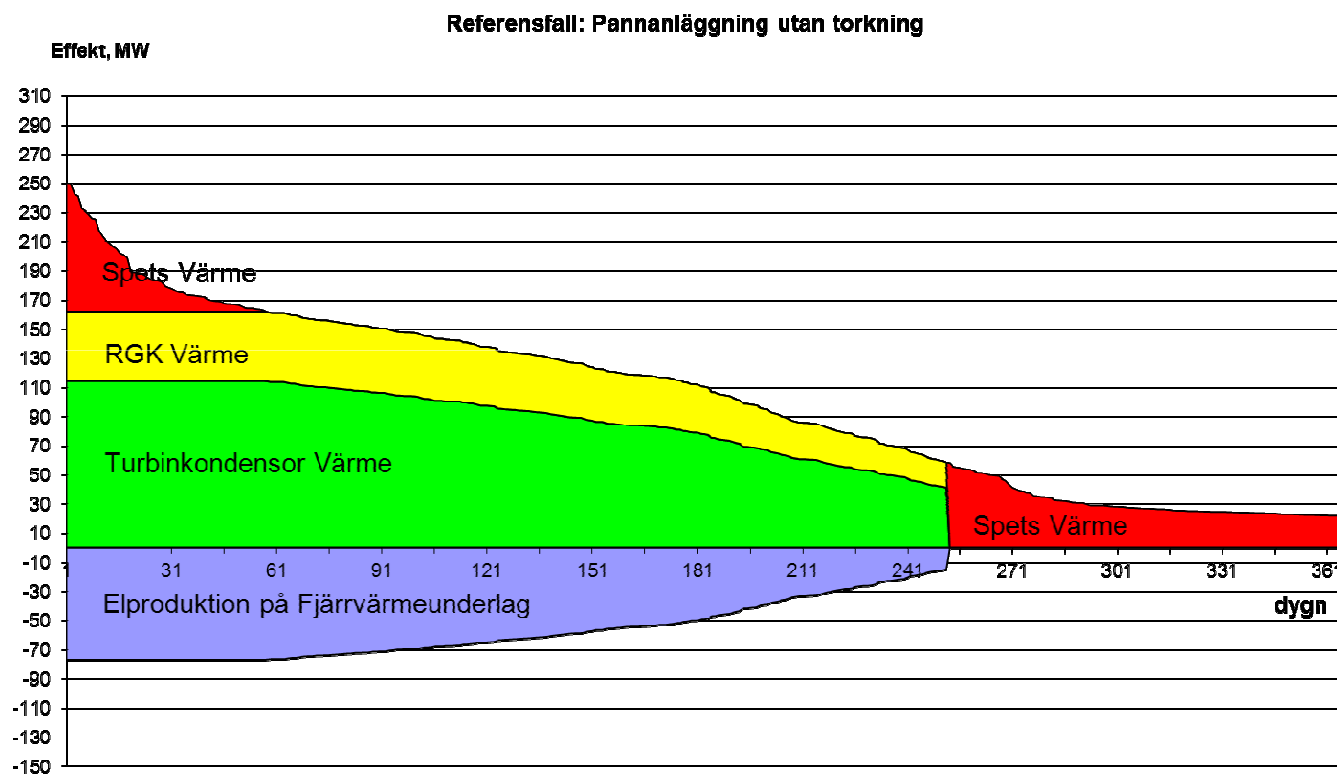
- Befintlig KVV anläggning, förtorkning  
urspr. 50% fukthalt torkas till 38-44 % delar av driftsäsong.
- Modellerat optimerat KVV, torkning  
Urspr. 50 % fukthalt torkas till 10 % hela driftsäsongen.
- Opt. KVV även fallstudie av torkning ”off-site”  
Urspr. 50 % fukthalt torkas till 10 % hela driftsäsongen.

# Ökning av värmeunderlag i befintligt KVV



Ökat värmeunderlag medger ökad elproduktion med upp till 12% i befintligt KVV vid integrerad torkning.

# Fallstudie: Byggnation av nytt KVV (referens)

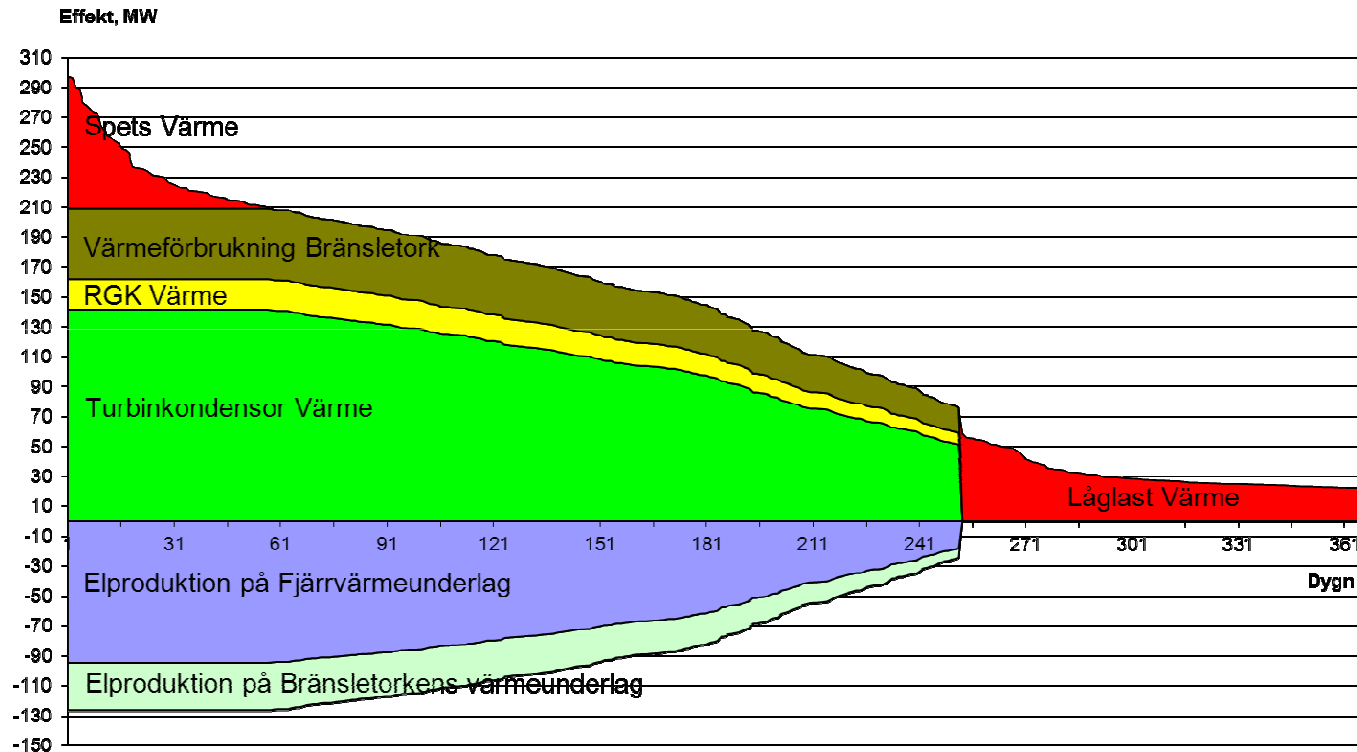


Nytt KVV optimerat för elproduktion med eldning av fuktigt bränsle. Rök-gaskondensering utgör stor andel av värme-  
produktion.



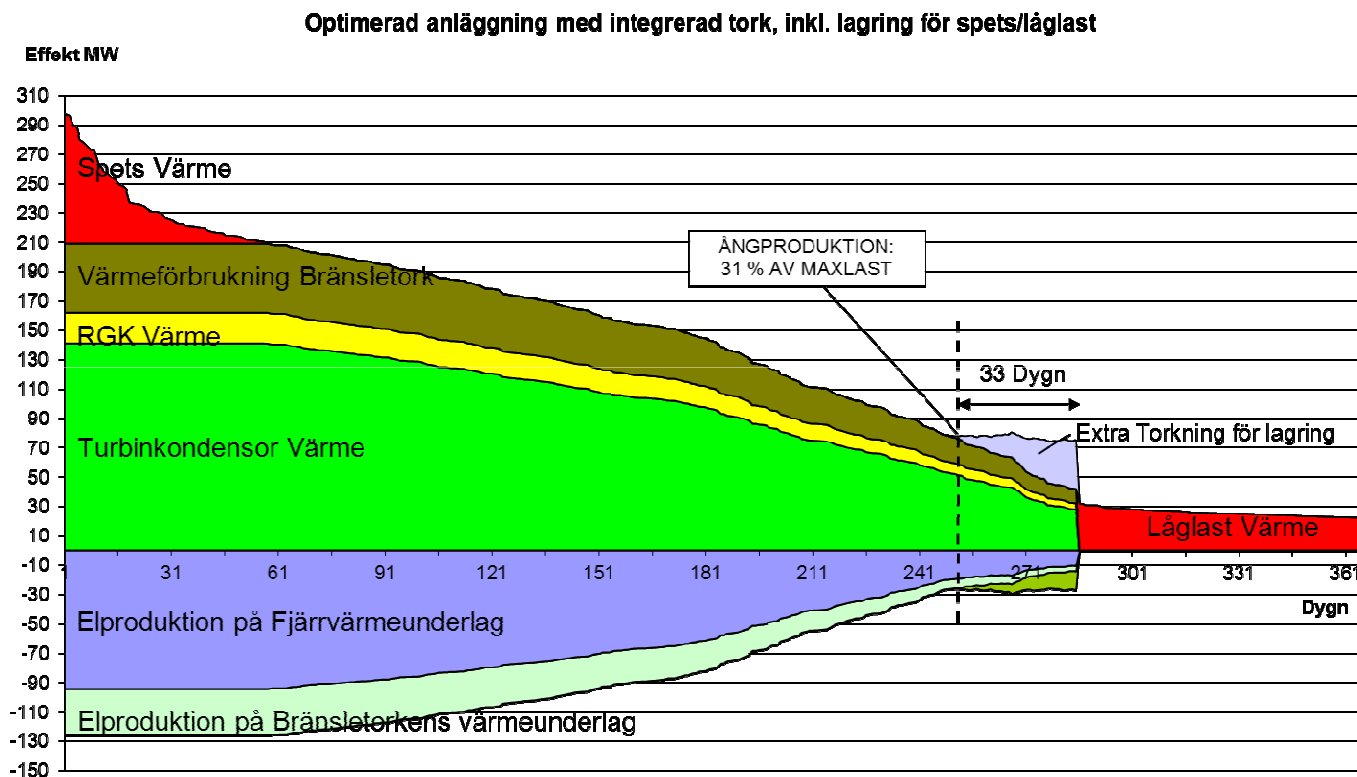
# Ökning av värmeunderlag vid byggnation av nytt KVV

Optimerad pannanläggning med integrerad tork



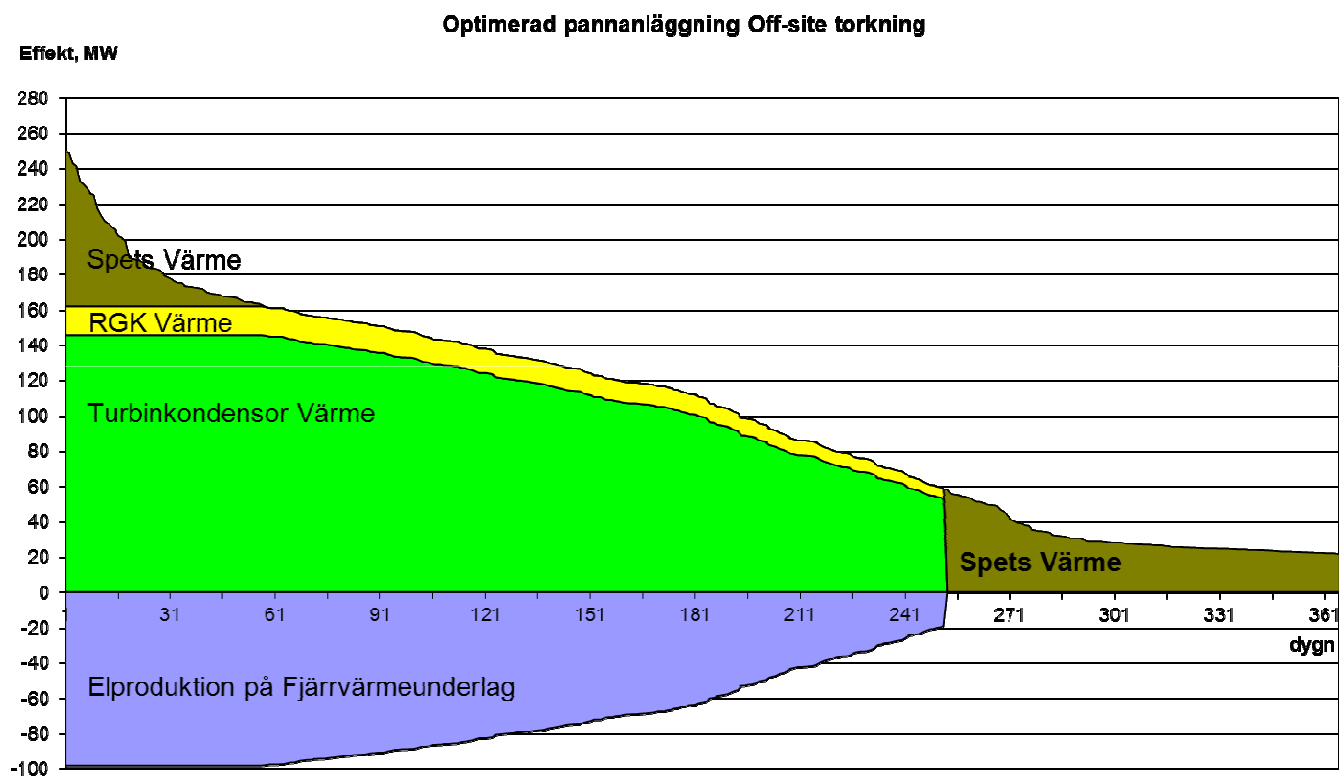
Vid nytt KVV optimerat för elproduktion beräknas integrerad torkning kunna ge en ökning av elproduktion med 65%.

# Säsongslagring av torkat bränsle



Torkning och lagring av bränsle för eget bruk kan förlänga driftsäsongen

# Konstant värmeunderlag och torrt bränsle



Eldning av torrt bränsle (torkat off-site) ger ökning av elproduktion på 28% jämfört med referensfall.

# Skogsindustriellt perspektiv

- Mottrycksånga (4-5 bar) utgör värmeunderlag för elproduktion vid ett massabruk.
- Spillvärme från brukets processer kan nyttjas som grundvärme för torkning av biobränsle.
- Mottrycksånga kan användas som spetsvärme, för att höja torkens kapacitet.

# Exempel på spillvärmekällor

## Pappers-/massabruk

- Blekeriavlopp
- Ånga/kondensat från indunstning
- Rökgasar från sodapannan
- Frånluft från pappers-/massatornar

## Sågverk

- Frånluft virkestorkar

# Påverkan på panna vid eldning av torkat bränsle

- Rökasmängden minskar jämfört med eldning av fuktigt bränsle, vilket ökar pannans kapacitet.
- Pannans värmebalans blir mer gynnsam för högre ångdata.
- Specifik storlek på en ny panna kan minskas som en följd av minskad rökasmängd och ökad värmeövergång vid eldning av torkat bränsle.

# Resultat

- Integrerad torkning kan ge en ökad elproduktion på 12% vid ett befintligt KVV.
- Vid en optimerad anläggning med integrerad tork kan elproduktionen ökas med 65%.
- Vid en optimerad anläggning som eldar torkat bränsle kan elproduktionen ökas med 28%. (värmeunderlag konstant)
- Lagring av torkat bränsle medger ytterligare ökning av elproduktionen.

# Resultat

Det effektiva värmevärdets beroende av fukthalten och följden för priset på bränslets torrsubstans.

<b>Fukthalt (a.r.)</b>	%	-	0	10	20	30	40	50
<b>Värmevärde</b>								
$H_{0, TS}$	MJ/kg TS	20,66						
$H_{i, TS, torrt}$	MJ/kg TS		19,34					
$H_{i, TS, a.r.}$	MJ/kg TS			19,07	18,73	18,29	17,71	16,90
	Antaget bränslepris = 200 kr /MWh effektivt värmevärde							
<b>Pris per ton TS</b>	kr/ton TS		1074	1059	1041	1016	984	939
	a.r. = as recieved, d.v.s. i levererat tillstånd							



# Slutsatser

- Torkningen ger ett elutbyte på extra tillfört bränsle om minst 55%.
- Vid anläggning optimerad för elproduktion stiger betalningsförmågan med 20% för torkat bränsle.
- Kvoten mellan elpris och bränslepris bör överstiga 2 för att ge lönsamhet vid investering i bäddtork.

# Anläggningskostnad Bäddtork

Utifrån leverantörers budgetpriser togs följande formel fram för uppskattning av anläggningskostnaden:

Anläggningskostnad (inkl. projektering, mark, transportörer)

$$0,2 \times \frac{(\text{Torkluftsflöde i varmt tillstånd})^{0,8}}{1000} \quad [\text{Mkr}]$$

(Torkluftflödet anges i m<sup>3</sup>/h)

(källa: Värmeforskrapport 881, S.E.P.)

# Integrerad torkning av biobränsle

**Ett kraftfullt verktyg för ökad elproduktion!**

**Värmeforskrapport 1051 – Ökat elutbyte i biobränsleeldade KVV-  
anläggningar med hjälp av förtorkning**

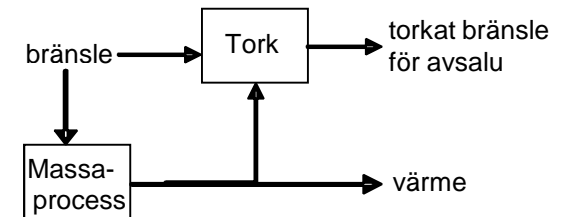
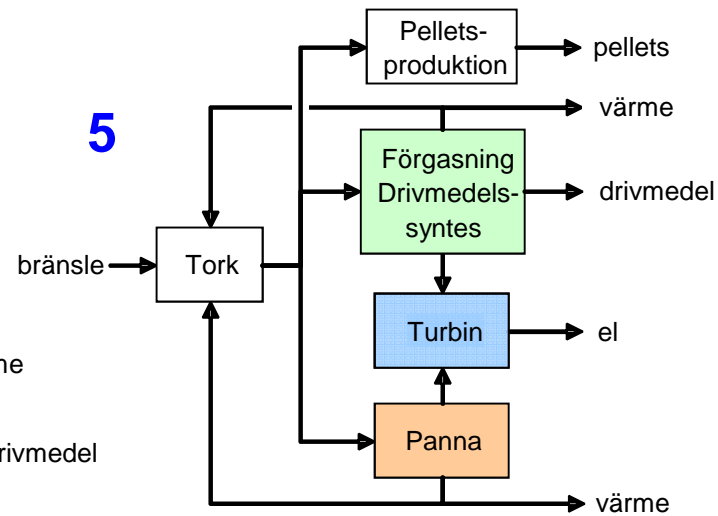
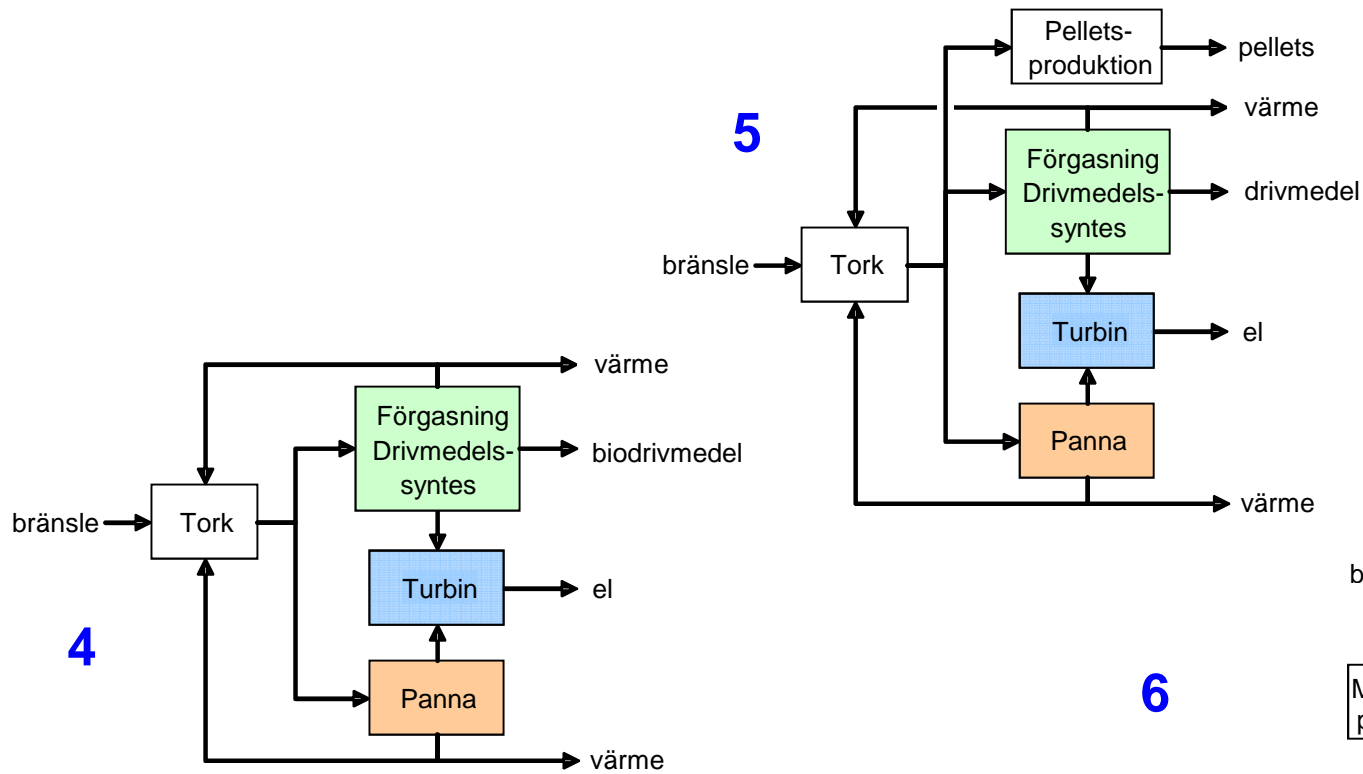
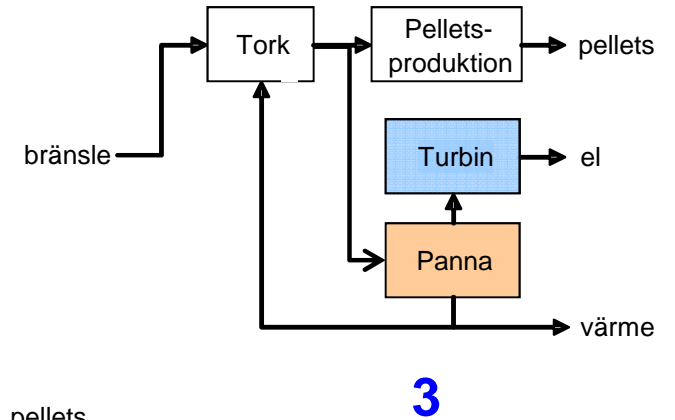
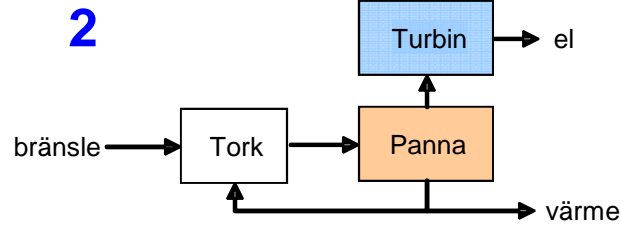
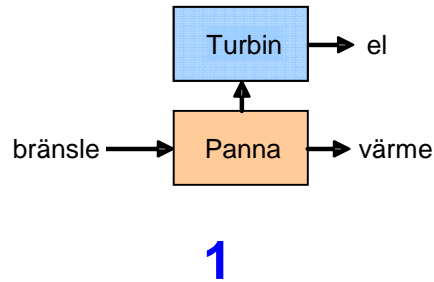
## Pågående arbete...

”Optimal råvaruinsats och utnyttjandegrad i energikombinat för värme, el, biodrivmedel och avsalubränsle”

Värmeforskprojekt

Klart sommaren 2011

# Pågående arbete... Fallstudier, olika energikombinat



## Pågående arbete... Drifterfarenheter från bäddtorkar

- Torktemperaturer, ytor, värmekällor, tillgänglighet

Värö Bruk

Hallingdal pelletsfabrik

Rockhammars Bruk