



**AGDER**  
fylkeskommune

«Energiskolen»

# Tvedestrand videregående skole

**15.8.2023**

Steinar Roppen Olsen  
Konstituert seksjonsleder  
Seksjon utbygging eiendom  
Agder fylkeskommune

Mange bekker små...

# Den politiske bestillingen

- ✓ Plusshus
- ✓ Nasjonalt fyrårn for lavutslippssamfunnet
- ✓ Nyskapende design
- ✓ Fremtidsrettet pedagogikk
- ✓ Effektiv bruk av teknologi i undervisning og drift

# Dirkete og indirekte utslipp. Hva skal vi gjøre?

- Parisavtalen fokuserer på direkte utslipp
- Svært lite direkte utslipp fra bygninger, men svært store indirekte utslipp
- Fokusere derfor på å redusere indirekte utslipp mest mulig
- Tenk tverrfalig og helhetlig når en snakker om energiforbruk. Det gir den største samfunnsmessige effekten
- Bruk av «grønn» strøm fordrer bruk av infrastruktur som ikke er grønn
- Energi, og dermed, CO<sub>2</sub>-kjenner som kjent ingen grenser

# Riktig lokalisering – Reduser unødig transport

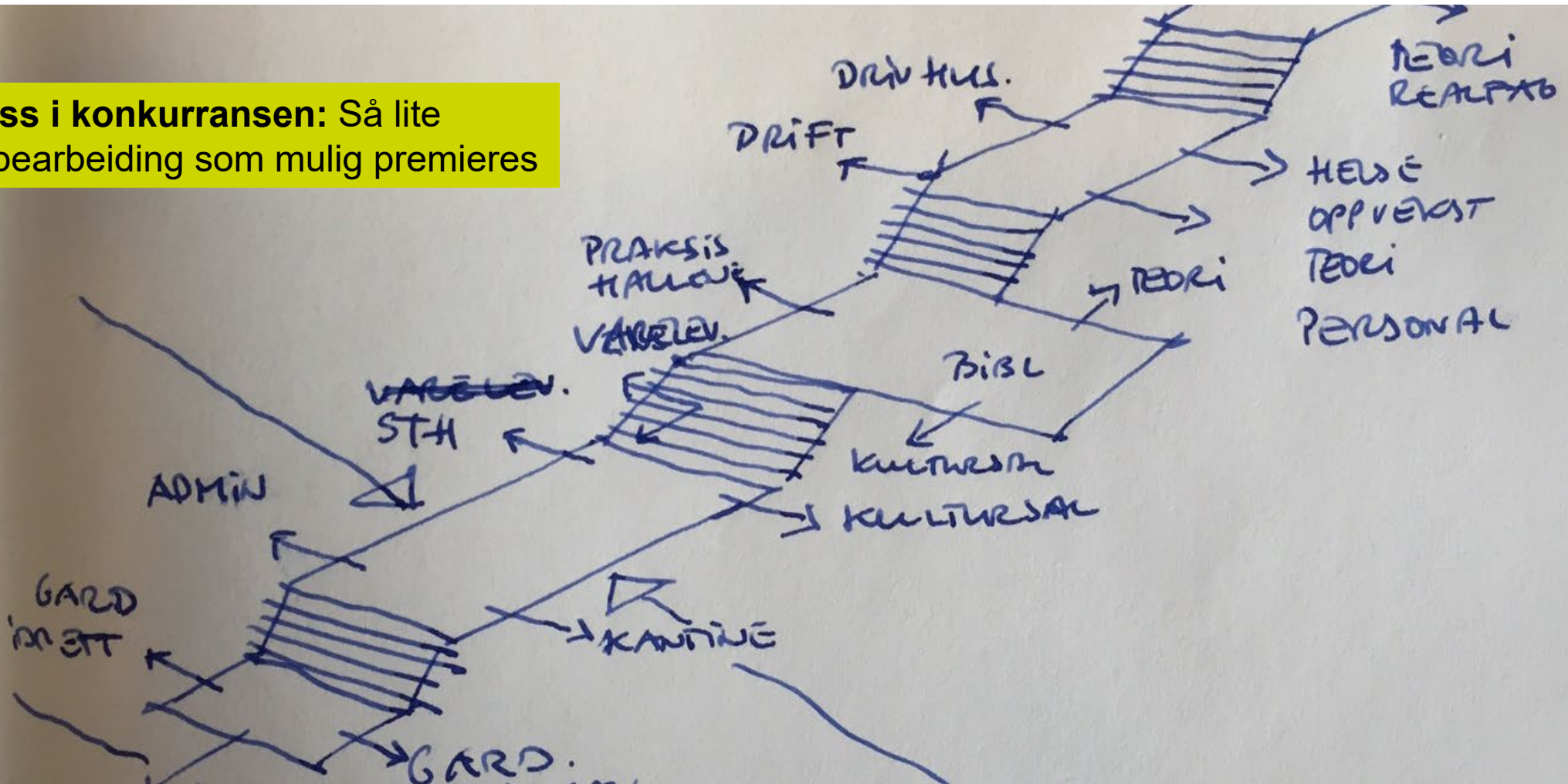
Kategori	Vurderingstema	Vekting						
			Tomt 1		Tomt 2		Tomt 3	
			Poeng	Vektet poeng	Poeng	Vektet poeng	Poeng	Vektet poeng
Kostnadsvurdering	Tomtekjøp	20 %	5	1,00	3	0,60	2	0,40
	Grunnarbeid	20 %	2	0,40	1	0,20	3	0,60
	Infrastruktur samferdsel	20 %	5	1,00	1	0,20	1	0,20
	Annen teknisk infrastruktur (VVS, fjernvarme, data)	20 %	3	0,60	5	1,00	1	0,20
	Bygg	20 %	1	0,20	5	1,00	1	1,00
	Poeng kostnad	100 %	16		15		8	
	Rangering kostnad		1		2		3	
Kvalitet (prosjektspesifikk)	Synergier UiA	10 %	1	0,10	2	0,20	1	0,10
	Synergier Dahlske	5 %	3	0,15	5	0,25	1	0,05
	Kulturbygging	5 %	4	0,20	5	0,25	1	0,05
Kvalitet (generell)	Tomtas egnethet/arealeffektivitet/fleksibilitet/klimaavtrykk/Attraktivitet, identitet	15 %	5	0,75	4	0,60	1	0,15
	Sol, støy, vind, luftforurensning, mikroklima, utomhuskvalitet	5 %	5	0,25	2	0,10	1	0,05
	Arealbruk (bebyggd, dyrka mark, naturmangfold, kulturminner, vassdrag m.v?)	10 %	5	0,50	3	0,30	1	0,10
	Tilfører kvalitet i samsvar med planer for senterstruktur/bynerhet (ATP/KPL)	15 %	3	0,45	4	0,60	3	0,45
	Kollektivtilgjengelighet	10 %	3	0,30	1	0,10	5	0,50
	Tilgjengelighet gange og sykkel	5 %	3	0,15	5	0,25	5	0,25
	Biltilgjengelighet og parkering	10 %	5	0,50	5	0,50	5	0,50
	Potensial for flerbruk (internt og eksternt)	10 %	2	0,20	5	0,50	1	0,10
	Poeng kvalitet	100 %	39		41		25	
	Rangering kvalitet		2		1		3	
Samlet vurdering	Uvektet poengsum		55		56		33	
	Vektet poengsum			3,41		3,39		2,34
<b>Total rangering</b>				<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>

Poengskala
1 Svært dårlig
2 Dårlig
3 Hverken eller
4 Bra
5 Svært bra

Vekting	
Kostnad	40 %
Kvalitet	60 %

# Reduser grunnbearbeiding mest mulig

Premiss i konkurransen: Så lite grunnbearbeiding som mulig premieres





# Terrassering gav mindre sprengningsarbeid





# Energi i bygget

- Høyeffektive solceller (22% cellevirkningsgrad). 4400 m<sup>2</sup>
- LCC lå til grunn for å velge solceller i stedet for biogass som har langt lavere investeringskostnad, men vesentlig høyere driftskostnad
- 720 KW/Peak
- 680 000 kwh pr år i produksjon. Over 100 eneboliger kan drives av eksportert strøm i sommerhalvåret
- Vann/vann varmepumper med 21 stk. 250 meter dype energibrønner som forsyner lavtemperert oppvarmingsopplegg
- Vannbåren varme i hovedsak gjennom bruk av radiatorer
- CO<sub>2</sub>-varmepumpe til oppvarming av varmt tappevann. Viktig med god COP
- Luft/vann varmepumpe til snøsmelting på kunstgressbanen
- Lading av energibrønner med overskuddsvarme fra fotballbanen i sommerhalvåret. Økt virkningsgrad fra energibrønnene
- Har biogassreaktor og flisfyr på praksisarealer
- Dali-lysstyringssystem, 3 w/m<sup>2</sup> for belysning. Betydelig besparelse med 1 w/m<sup>2</sup> i besparelse i så store bygg
- Batteripark (ca 300 kW/h) med styringssystem for fleksibilitet til bruk/salg av strøm. 40% brukte og 60% nye Leaf batterier.
- Har sett på muligheten for produksjon og bruk av hydrogen som energikilde i bygget. Ikke lønnsomt i noen som helst horisont. Stor tapsprosent i vårt usecase
- PS: Ingen plussus uten å bygge etter passivhusstandarden





# Bruk Livsløpssyklus kostandsanalyse (LCC)

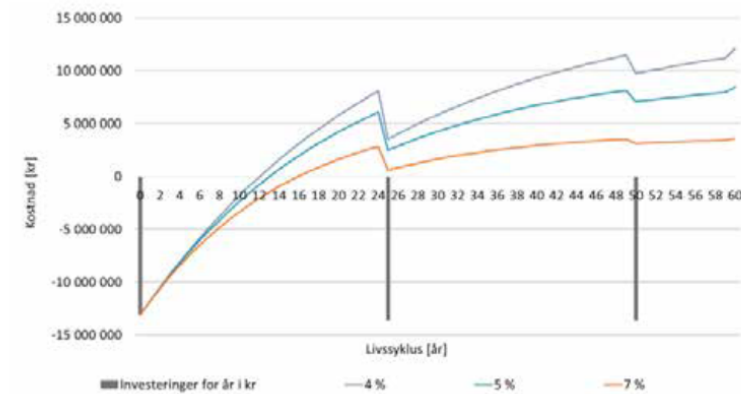
Energiforsyning	Investering [kr]	Årlig energikjøp (biogass til CHP og el. til VP og spisslast) [kr/år]	Årlige FDV kostnader**** [kr/år]
CHP anlegg + PV	7,7 mill*	2,2 mill**	290 000
Brønnpark og lavtemp varmepumpe + CO <sub>2</sub> + PV	20,8 mill	0,85 mill***	200 000
Brønnpark og trad. Varmepumpe + CO <sub>2</sub> + PV	21,7 mill	0,9 mill***	210 000

\* Forutsatt pris pr. aggregat 1,1 mill kr

\*\* Forutsatt 9 kr/l for gass med energiinnhold 6,12 kWh/l

\*\*\* Forutsatt at 80 % av el. energi til VP på årsbasis er kjøpt, 0,8 kr/kWh

\*\*\*\* Forutsatt 120 000 kr FDV for CHP/aggregat og 1 % av investeringskostnad for VP og PV.



Figur 3: Livssyklus kostnader for ulike kalkulasjonsrenter ved en negativ investering på 10,4 mill. kr.

Det fremgår av figuren at den økte investeringen ved installasjon av lavtemperatur VP istedenfor CHP, blir innhentet av FDV kostnadene til CHP løsningen. Dermed har denne investeringen en tilbakebetalingstid på omtrent 9-11 år, avhengig av kalkulasjonsrente.

# Se Livsyklus kost (LCC) og Livsløpsanalyse (LCA) undet ett

- Prosjekter har ofte en tendens å ta raske, rimelige og «risikofrie» valg.
- Ulempen med det er at det kan få uheldige konsekvenser i driften, både på klima og miljø men også på budsjetter.
- Eksemplet under viser et forenklet bilde av fremgangsmåten som ble brukt i prosjektet:

## LCC- Investering og driftskostnader

	Investering	10 år	20 år	30 år	40 år	50 år	Total LCC 60 år
Royal	-	1 359 550	1 359 550	1 359 550	1 359 550	1 359 550	6 797 750
Superwood	578 260	1 507 450	1 507 450	1 507 450	1 507 450	1 507 450	8 115 510
Termoask	4 288 230	-	-	-	-	-	4 288 230
Kebony furu	694 260	-	-	-	-	-	694 260

## LCA –Klima og miljø

Type kledning	Antall kilo Co2
Royal impregnert furu	11377
Superwood SW sort	8610
Varmebehandlet ASK	75058
Kebony Furu	38264

# Materialvalgsværktøy – Velg riktige materialer

Beskrivelse	Areal m <sup>2</sup>	Lengde lm	Stål utgår kg	Betong utgår m <sup>3</sup>	Tre inn m <sup>3</sup>	Tilleggs kost eks mva Vektning =>	CO2-kostnadseffektivitet				Kvalitetskrav				Summer			
							Kilo CO2 spart	CO2 kostnadseffektivitet ift. gjennomsnittet	Rangering CO2 kostnadseffektivitet	Rangering Synlighet- pedagogikk	Innovasjon	Kvalitet- inneklimatek- kemikaliein- nhold- avhendig	Sum kvalitet	Rangering kvalitet	Sum vurdering CO2 og kvalitet	Total rangering		
<b>Kompaktak med HD endret til Lett-tak</b> - Hele takkonstruksjonen prefabrikeres, dette gir kortere byggetid - Elementene bygges innedørs, dette eliminerer faren for fukt og senskader fra dette	5 637					3 514 825	856 824	4	9,95	1	20 %	20 %	20 %	60 %				
<b>HD endret til dekker av Massivtre</b> - Massivtre er lite benyttet i Agder - Stor kompetanseheving på massivtre	5 439					10 329 655	212 121	49	0,84	9	0,46	0,46	0,92	1,83		8	1,99	11
<b>Bæresystem i idrettshall endret fra stål til limtre</b> - Tretrykk - Kompetanseheving på virkelig store trekonstruksjoner			81 840		328	6 894 520	196 235	35	1,16	7	1,38	1,38	1,38	4,13		1	2,94	4
<b>Legge høykantparkett i resten av gangareal i stedet for vinyl</b> - Slitesterkt - Skogen forlegenes inn i bygget	1 468					440 532	34 053	13	3,15	3	1,38	0,92	0,92	3,21		5	3,19	2
<b>Bytte ut Rockwool Flexi med Trefiberisolasjon (div tykkelser)</b> Bytte ut Rockwool Flexi med innblåsningsisolasjon av typen cellulose tykkelser	16 700					1 207 793	43 561	28	1,47	5	0,46	1,38	1,38	3,21		6	2,51	6
<b>Tresendere i alle innervegger - Bytte fra 70mm stål til 36x68mm trestender</b> - Kortreiste materialer - NB!! Kan bli problem å holde teoretiske lydkrav - kanskje vi kan gjøre dette på halvparten			21 490			644 691	32 243	20	2,04	4	0,46	0,92	0,92	2,29		10	2,19	9
<b>Massivtre som innervegger i Personal avdeling og Bibliotek</b> - Skogen inn i bygget - Lite brukt i agder stor kompetanseheving - Kan høste viktige erfaringer av dette	701					1 498 400	13 232	113	0,36	11	1,38	1,38	0,92	3,67		3	2,34	8
<b>Betong på flater ut 5000m<sup>2</sup> -bytte med 2000m<sup>2</sup> med tre</b> - Teste ut det å benytte tre i gangarealer ute, ikke mye brukt					300	3 000 000	93 107	32	1,27	6	1,38	0,92	0,46	2,75		7	2,16	10
<b>Bæresystem i bibliotek + læreravd med fagverk</b> - Spektakulært bruk av tre - Bærekonstruksjon blir arkitektur - Inspirasjon for byggfagelever			15 760	8	107	1 621 580	35 062	46	0,88	8	1,38	1,38	1,38	4,13		1	2,83	5
<b>Massivtre trapper med eik slitelag</b>				90	75	2 250 000	23 250	97	0,42	10	1,38	0,92	1,38	3,67		3	2,37	7
<b>Granitt (og noe asfalt) i utearealer til erstatning for kostet betong</b>	2 991					1 230 000	105 084	12	3,49	2	0,92	0,46	1,38	2,75		8	3,04	3
<b>SUM</b>						<b>32 631 996</b>					Gjennomsnitt	Høy er best	Gjennomsnitt	Høyest er best	Høyest er best	Høy er best	Høy er best	Lavest er best
							<b>41</b>				<b>2,18</b>	<b>2,27</b>	<b>2,36</b>					



# Ta vare på naturen også!



**AGDER**  
fylkeskommune



# Takk for meg!

