



Beregning av bygningers energi- og effektbudsjett etter NS 3032

Byggforskserien

Byggdetaljer

472.314

Sending 2 – 2001

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver hvordan man kan sette opp energi- og effektbudsjett for nye og eksisterende bygninger etter retningslinjene i NS 3032. Bladet angir også aktuelle bruksområder for slike budsjett og viser et konkret eksempel. Utarbeiding av energi- og effektbudsjett er et godt verktøy for å optimalisere total energibruk og redusere bygningens energikostnader.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS 3031 Varmeisolering. Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon

NS 3032 Bygningers energi- og effektbudsjett med veiledning

NS 3940 Areal- og volumberegning av bygninger

Byggdetaljer:

471.020 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energirammer

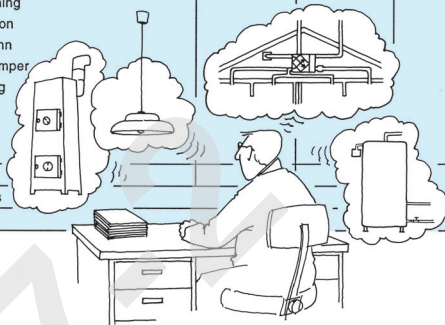
472.308 Beregning av årlig energibehov i småhus etter NS 3031

Byggforvaltning:

700.264 Systemer for energioppfølging

Skjema for energibudsjett etter NS 3032

	Energiblokk I		Energiblokk	
	Areal =m ²		Areal =m ²	
1. Oppvarming	kWh	kWh/m ²	kWh	k
2. Ventilasjon				
3. Varmtvann				
4. Vifter/pumper				
5. Belysning				
6. Diverse				
7. Kjøling				
8. Annet				
Sum 1 – 8				
9. Utendørs				
Sum 1 – 9				



- vurdere alternative energibærere og om det over tid vil være lønnsomt å investere i et dyrere oppvarmingssystem som kan nyttiggjøre alternativ energi
- beregne årskostnader. Mange tiltakshavere tar beslutninger på grunnlag av investeringskostnader, mens det er bygningens årskostnader som avgjør lønnsomheten over tid. Energikostnadene utgjør en stor del av driftskostnadene og må derfor være med i en årskostnadsvurdering.
- dimensjonere bygningens energiforsyning når energi- og effektbehov er kjent.
- dokumentere at myndighetenes krav til varmeisolering og tetthet er overholdt (bl.a. ut fra Enøk Normtall [623] eller EIB [624], se pkt. 32).

1 Bruksområder

11 Nybygging

111 *Generelt.* Veiledningen til TEK anbefaler å utarbeide energi- og effektbudsjett for bygninger ved valg av bygningstekniske løsninger og beregning av forventet bruksmønster, men det er ikke noe krav. Ved prosjektering kan man bruke energi- og effektbudsjett til å sammenlikne energi- og effektbehovet for alternative løsninger. På denne måten kan man finne fram til den minst energi- og effektkrevende løsningen samtidig som komforten opprettholdes.

112 *Eksempler.* Ved prosjektering av nye bygninger kan man bruke energi- og effektbudsjett til å:

- vurdere alternative løsninger f.eks. for å bestemme bygningens form, orientering, vindusarealer o.l.

12 Eksisterende bygninger

121 *Generelt.* For eksisterende bygninger kan energi- og effektbudsjett brukes til å få en oversikt over energibehovet til de enkelte energipostene.

122 *Eksempler.* Man kan bruke energi- og effektbudsjett til å:

- etablere E-T-kurve (energibruk avhengig av temperatur) til energioppfølging av bygningen, se Byggforvaltning 700.264.
- sammenlikne faktisk energibruk mot budsjettet
- beregne forventet besparelse for aktuelle enøktiltak for å bestemme lønnsomheten, og deretter kontrollere om forventningene blir oppfylt

2 Oppsett av budsjett

21 Skjema

Energibudsjett settes opp etter NS 3032 som vist i tabell 21. Effektbudsjett settes opp på samme måte som energibudsjettet, men med W og W/m² istedenfor kWh og kWh/m².

Har bygningen arealer med ulike bruksområder eller brukstider, er det hensiktsmessig å dele opp i flere energiblokker. Et eksempel kan være en kontorbygning som også inneholder produksjonsarealer. Bygningen bør deles opp i to energiblokker. Netto oppvarmet areal brukes i beregningen. Arealet beregnes etter NS 3940.

Begrepene i tabell 21 er forklart i pkt. 22. Beregningene skal ifølge NS 3032 være basert på tidsintervaller på en måned eller mindre.

22 Definisjoner

Oppvarming:	Netto energi eller effekt som skal til for å dekke transmisjons- og infiltrasjonstap. Netto energibruk er den mengden energi varmekilden må levere, dvs. totalt varmetap minus nyttig sol- og internvarme, uavhengig av hvilken virkningsgrad varmekilden har.
Ventilasjon:	Netto energi eller effekt til å varme opp tilluften, begrenset oppad til romtemperaturen, fratrasket varme avgitt fra viftemotor
Varmtvann:	Netto energi eller effekt til å varme opp forbruksvann
Vifter/pumper:	Energi- eller effekt til drift av vifter i ventilasjonsanlegg og sirkulasjonspumper i varme-, ventilasjons- og kjøleanlegg
Belysning:	Energi eller effekt til lysanlegget innendørs
Diverse:	Energi- eller effektbehov til alt annet enn det som inngår i andre budsjettposter
Kjøling:	Energi eller effekt som brukes til å fjerne overskuddsvarme for å opprettholde akseptabelt innneklima

Utendørs:	Energi eller effekt til all utendørs bruk
Annet:	Dette er en ledig post som kan brukes dersom det er ønskelig å skille ut noe spesielt fra en av de andre postene.

3 Budsjett basert på beregninger

31 Manuelle beregninger

Man kan sette opp energi- og effektbudsjett på grunnlag av manuelle beregninger. Alle energipostene må da beregnes hver for seg:

- 1. *Oppvarming* beregnes etter metoden beskrevet i NS 3031. Se også Bygghdetaljer 472.308.
 - 2. *Ventilasjon* beregnes etter metode i NS 3031. Se også Bygghdetaljer 472.308.
 - 3. *Varmtvann* beregnes etter anslått vannforbruk og vanntemperatur:

$$Q_{vv} = C \cdot V \cdot (T_{varmt} - T_{kaldt}) \quad (\text{kWh})$$
 der:
 - C er varmekapasitet for vann. Settes lik 4 180 J/(kgK) eller 1,16 Wh/(kgK)
 - V er vannmengde (l)
 - T_{varmt} er temperatur på varmtvann (K)
 - T_{kaldt} er temperatur på inntaksvann (K)
 - 4. *Vifter og pumper* beregnes etter effekt og gangtid. Energibruken er effekt x gangtid.
 - 5. *Belysning* beregnes etter installert effekt og brukstid. Energibruken er effekt x brukstid.
 - 6. *Diverse* beregnes etter installert effekt og brukstid. Energibruken er effekt x brukstid.
 - 7. *Kjøling*. For beregning av kjølebehov fins det en rekke dataprogrammer. For grove anslag kan man benytte erfaringstall og planlagt størrelse på bygningen.
 - 9. *Utendørs* beregnes etter installert effekt og brukstid. Energibruken er effekt x brukstid.
- Dersom energibudsjettet settes opp for en eksisterende

Tabell 21
Skjema for energibudsjett etter NS 3032

	Energiblokk I		Energiblokk II		Totalt	
	Areal =m ²		Areal =m ²		Areal =m ²	
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²
1. Oppvarming						
2. Ventilasjon						
3. Varmtvann						
4. Vifter/pumper						
5. Belysning						
6. Diverse						
7. Kjøling						
8. Annet						
Sum 1 – 8						
9. Utendørs						
Sum 1 – 9						

de bygning, kontrollerer man de beregnede tallene mot virkelig energibruk. Slik øker nøyaktigheten ytterligere.

32 Dataprogrammer

Det fins flere dataprogrammer som forenkler arbeidet med å sette opp energi- og effektbudsjett. Eksempler er:

– *Enøk Normtall* [623] setter raskt og enkelt opp energi- og effektbudsjett basert på normtall for tilsvarende bygninger. Parametre for "gjennomsnittsbygninger" ligger inne i programmet, f.eks. bygningsgeometri, U-verdier, ventilasjonsluftmengder og driftstider. Parametrene kan endres for å tilpasse budsjettene den aktuelle bygningen.

– *Energi i Bygninger (EIB)* [624] gir mer detaljerte beregninger enn *Enøk Normtall*. Alle parametre må være kjent og legges inn for hvert bygg. Bygningens varme- og kjølebehov beregnes for hver måned. Programmet setter også opp energi- og effektbudsjett.

Begge disse beregningsprogrammene beregner energi- og effektbehovet i henhold til NS 3031, slik at resultatet (dvs. pkt. 1 og 2 i tabell 21) kan brukes til å dokumentere energibehovet i forhold til kravet i TEK uten ytterligere dokumentasjon (se Byggedetaljer 471.020). Programmene tar hensyn til geografisk beliggenhet.

4 Budsjett basert på erfaringsdata og målninger

41 Erfaringsdata

Det fins såkalte normtall for ulike bygningskategorier som kontorbygg, skoler, boliger osv. Normtallene fins bl.a. i *Enøk Normtall* [623], både i papirutgaven og i dataprogrammet. Normtallene er satt opp som et energi- eller effektbudsjett for en bestemt bygningstype. Et budsjett basert på normtall blir ikke så nøyaktig som når man beregner de forskjellige energipostene, men som oftest nøyaktig nok i en tidlig fase i planleggingen. Når man kjenner til bygningen og installasjonstekniske løsninger mer detaljert, kan man utarbeide mer nøyaktige budsjett for de ulike bygningstekniske og installasjonstekniske løsningene som vurderes.

42 Måling

Et energibudsjett for en eksisterende bygning kan også baseres på måling av forbruket under de ulike energipostene. Måleresultatet kan enten brukes direkte eller justeres i forhold til hvilket budsjett en ønsker å drifte ut fra. Måling av energi- og effektbruk er tidkrevende og kostbart. Man må da koble måleinstrumenter til energitilførsel til alt energikrevende utstyr. Elektriske kurser kan logges direkte med kWh-målere. Energi til vannbårne varmesystemer kan enten bestemmes av instrumenter som gir kWh direkte, eller ved å logge temperaturer på tur- og returledninger samt vannmengden. Målinger kan også foregå via sentralt driftsanlegg (SD-anlegg).

5 Eksempel på bruk av energi- og effektbudsjett

51 Beskrivelse og budsjett

En ny kontorbygning skal settes opp i Oslo. Bygningen skal tilfredsstillere energikravene i TEK. Grunnflaten er på 400 m², og bygningen har seks etasjer. Oppvarmet areal er 2 380 m². Energi- og effektbudsjett er beregnet med *Enøk Normtall* [623], se pkt. 32. Resultatene er gitt i tabell 51 a og 51 b.

Tabell 51 a

Eksempel på energibudsjett for en kontorbygning

Budsjettpost	Energibruk	
	Totalt areal = 2 380 m ²	
	kWh	kWh/m ²
1. Oppvarming	104 720	44
2. Ventilasjon	57 100	24
3. Varmtvann	23 800	10
4. Vifter/pumper	40 460	17
5. Belysning	61 880	26
6. Diverse	57 120	24
7. Kjøling	9 520	4
8.		
Sum 1 – 8	354 600	149
9. Utendørs	9 000	
Sum 1 – 9	363 600	

Tabell 51 b

Eksempel på effektbudsjett for en kontorbygning

Budsjettpost	Effektbruk	
	Totalt areal = 2 380 m ²	
	kW	W/m ²
1. Oppvarming	74	31
2. Ventilasjon	80	33
3. Varmtvann	13	6
4. Vifter/pumper	15	6
5. Belysning	31	13
6. Diverse	33	14
7. Kjøling	36	15
8.		
Samtidig sum 1 – 8 ¹⁾		
9. Utendørs	2	
Samtidig sum 1 – 9 ¹⁾		

¹⁾ Å summere postene er aktuelt for å finne maksimal effekt når de opptrer samtidig.

52 Vurdering av to alternative varmeanlegg

Vi ønsker å vurdere lønnsomheten for to alternative varmeanlegg. En del av energibruken må uansett dekkes av elektrisitet og tas derfor ikke med i vurderingen (post 4 til 9). Poster som kan dekkes av andre energikilder enn elektrisitet, er oppvarming, ventilasjon og varmtvann, dvs. totalt ca. 186 000 kWh. Vi regner med at oppvarming, ventilasjon og varmtvann kan ligge inne med samtidig belastning, slik at maksimal effekt til disse energipostene blir 74 + 80 + 13 kW = 167 kW.

Alternativ 1 er direkte elektrisk oppvarming med panelovner. Investeringskostnaden for et slikt anlegg er an-

slått til kr. 285 000. Alternativ 2 er vannbåret anlegg med radiatorer og gasskjel. Investeringskostnaden er anslått til kr. 920 000.

53 Beregning

531 *Forutsetninger.* Energiprisene varierer over tid. Vi anslår at gjennomsnittlig elpris vil være 60 øre/kWh inkl. nettleie og elavgift. I tillegg kommer kostnad for avregnet effekt på 400 kr/kW. Gjennomsnittsprisen for gass settes til 45 øre/kWh.

Vi regner med en kalkulasjonsrente på 7 % og levetid 20 år.

For å vurdere lønnsomheten beregner vi årskostnadene for de to alternativene. Det er beregnet årskostnad for investeringen og energikostnadene. Andre driftskostnader regnes å være like for de to alternativene og tas ikke med.

532 *Årskostnad for alternativ 1.*

Investeringskostnad: 285 000 kr

Energikostnad:

Energi: 186 000 kWh · 60 øre/kWh = 111 600 kr

Effekt: 167 kW · 400 kr/kW = 66 800 kr

Årskostnad

= Energikostnad + Kapitalkostnad

= Energikostnad + b · Investeringskostnad

der b er annuitetsfaktoren:

$$b = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}} = \frac{0,07}{1 - (1+0,07)^{-20}} = 0,0944$$

der r er kalkulasjonsrente og T er levetid.

Årskostnad =

111 600 + 66 800 + (0,0944 · 285 000) kr ≈ 205 300 kr

533 *Årskostnad for alternativ 2.*

Investeringskostnad: 920 000 kr

Energikostnad:

Energi: 186 000 kWh · 45 øre/kWh = 83 700 kr

Effekt: 167 kW · 0 kr/kW = 0 kr

Vedlikeholdskostnad: 10 000 kr

Andre drifts- og vedlikeholdskostnader regnes å være like for de to alternativene og tas ikke med i beregningen.

Årskostnad =

Energikostnad + Vedlikeholdskostnad + Kapitalkostnad
= 83 700 + 10 000 + (0,0944 · 920 000) kr ≈ 180 500 kr

54 Konklusjon

Beregningene i pkt. 533 viser at man bør vurdere bruk av alternative energikilder som f.eks. olje, bioenergi, varmepumpe eller gass. Bruk av elkjel bør også vurderes. Når man har innhentet priser på ulike løsninger, kan endelig beslutning tas.

6 Referanser

61 Utarbeidelse

Bladet er utarbeidet av Randi Tyse og Trine Dyrstad Pettersen. Saksbehandler har vært Ingrid Hole. Redaksjonen ble avsluttet i oktober 2001.

62 Litteratur

621 Bygningsnettverkets energistatistikk 1997, 1998, 1999 og 2000. NVE

622 Energi- og effektbudsjett. Utarbeidelse og implementering. NVE 2001

623 Enøk Normtall. Energi- og effektbehov i bygninger. Manual og dataprogram. NVE 1999

624 EIB, Energi i bygninger. Dataprogram for energiberegninger. Scarland Press AS.