

Innhold

Forord	11
Kapittel 1 Introduksjon	13
1.1 Hva er fornybar energi?	13
1.2 Det fossile bakteppet	17
1.3 Er verden på vei mot fornybarsamfunnet?	18
1.4 Verdens sluttbruk av fornybar energi	20
1.5 Hvorfor mer fornybar energi?	22
I. Begrense klimaendringer	23
II. Sikre energiforsyningen.....	25
III. Fornybar energi har blitt lønnsomt.....	25
IV. Skape nye arbeidsplasser.....	26
1.6 Spesifikke og generelle energiteknologier	27
1.7 Hvor mye fornybar energi er tilgjengelig?	28
1.8 Energistatistikk	30
1.9 Oppbygging av boka	31
Oppgaver	33
Del I Energisystemet	35
Kapittel 2 Energi og effekt	37
2.1 Prefikser og enheter	38
2.2 Energi	41
2.3 Effekt og sammenhengen mellom effekt og energi.....	46
2.4 Virkningsgrader.....	50
2.5 Kapasitetsfaktor.....	56
2.6 Energikostnad over levetiden (enhetskostnaden)	59
2.7 Beregning av CO ₂ -utslipp	61
Oppgaver	65

Kapittel 3 Energisystemet	67
3.1 Hvorfor fokusere på energisystemet?	67
3.2 Energisystemet	69
Energisektoren	71
Sluttbruk	74
Energitjenester	74
Prosumenter: Et energisystem i endring?.....	75
3.3 Det fornybare energisystemet	76
Systemvirkningsgrad.....	78
Viktige egenskaper ved fornybare energikilder.....	81
«De tre store»: sol, bio og vind	86
3.4 Det norske energisystemet	86
Norge er en petroleumsprodusent (1)	88
Norge er en viktig energieksporthør (2)	88
Norge bruker bare 13 prosent av det vi produserer (3)	89
Norge bruker mye energi på utvinning av olje og gass (4).....	89
Norge er elektrisk (5a og 5b)	90
Fornybarlandet Norge (6).....	91
«Brun produksjon, grønt forbruk» (7).....	92
Oppgaver	93
Del II Fornybare energikilder og -teknologier	95
Kapittel 4 Vannkraft	97
4.1 Status globalt og nasjonalt	97
Vannkraft globalt	98
Vannkraft i Norge	100
Potensialet for vannkraft i Norge.....	105
4.2 Ressursgrunnlaget.....	106
4.3 Beregninger	111
4.4 Oppbygging av teknologien.....	117
Inntaksmagasin	118
Inntak	120
Vannvei.....	120
Kraftstasjon	121
Turbin.....	122
Generator og transformator.....	126
Utløp (avløp).....	126
4.5 Fordeler og ulemper	126
Fordeler	127
Ulemper.....	128
Oppgaver	130

Kapittel 5 Vindkraft	133
5.1 Status globalt og nasjonalt	133
Vindkraft globalt	134
Vindkraft i Norge	137
5.2 Ressursgrunnlaget	141
Globale vindmønstre	141
Lokale vindmønstre	143
Karakterisering av vind	144
5.3 Beregninger	147
Effekt i vind	148
Virkningsgrader og levert effekt fra turbin	151
Fra effekt til energi	153
5.4 Oppbygging av teknologien	155
Vindturbin	156
Vindkraftanlegg	160
5.5 Fordeler og ulemper	162
Fordeler	162
Ulemper	163
Landvind eller havvind?	165
Oppgaver	167
Kapittel 6 Bioenergi	169
6.1 Bioenergisystemet	170
6.2 Status globalt og nasjonalt	172
Bioenergi globalt	172
Bioenergi i Norge	174
6.3 Ressursgrunnlaget	176
Fotosyntesen	177
Biomasse som kjemiske forbindelser	179
Biomasse etter type bioenergiressurs	179
6.4 Konverteringsteknologier	182
I. Fysiske konverteringsteknologier	183
IIa. Termokjemiske konverteringsteknologier: <i>forbrenning</i>	185
IIb. Termokjemiske konverteringsteknologier: <i>andre teknologier</i>	191
III. Biokjemiske konverteringsteknologier	195
IV. Agrokjemiske konverteringsteknologier	197
6.5 Beregninger	198
Eksempel 1: Energiinnhold i trevirke	198
Eksempel 2: Energiinnhold i oppgradert biogass	201
Eksempel 3: Virkningsgrader for bioenergianlegg	204
6.6 Fordeler og ulemper ved bioenergi	206
Fordeler	206
Ulemper	207
Oppgaver	210

Kapittel 7 Termisk solenergi.....	213
7.1 Status globalt og nasjonalt	215
7.2 Ressursgrunnlaget.....	218
Solinnstråling	221
Solvinkler.....	225
Seniteffekt i solstråling	227
7.3 Beregning av effekt og energiproduksjon fra solfangere.....	232
7.4 Solfangerteknologier	235
7.5 Andre teknologier.....	241
Passiv solvarme.....	241
Termisk solkraft	246
Oppgaver	253
Kapittel 8 Solceller	255
8.1 Status globalt og nasjonalt	256
Solceller globalt	256
Solceller i Norge	260
8.2 Solcellers virkemåte og teknologier	264
Solcellers virkemåte.....	264
Solcelleteknologier.....	266
8.3 Beregning av effekt og virkningsgrad for solcellepanel	269
8.4 Oppbygging av solcelleanlegg.....	276
Frittstående solcelleanlegg	279
Tilkoblede solcelleanlegg.....	279
Hovedkomponenter i et solcelleanlegg.....	281
Energiberegninger i solcelleanlegg	285
Energitap i solcelleanlegg.....	290
Monteringssystemer for solcelleanlegg.....	293
8.5 Fordeler og ulemper ved solcelleanlegg.....	294
Fordeler	295
Ulemper.....	295
Oppgaver	297
Kapittel 9 Geotermisk energi.....	299
9.1 Status globalt og nasjonalt	300
Geotermisk energi globalt	301
Geotermisk energi i Norge.....	304
9.2 Ressursgrunnlaget.....	305
Tre geologiske egenskaper.....	308
Er geotermisk energi en fornybar energikilde?	309
9.3 Beregninger	311
Virkningsgraden for geotermiske kraftverk	311
Varmekilder i sedimentære basseng.....	312
Beregning av potensiell varmemengde i varm, tørr berggrunn	314
9.4 Oppbygging av teknologien.....	317

Geotermisk elektrisitet	317
Direkte geotermisk varme	320
Kunstige geotermiske systemer	321
Geotermisk varmepumpe	323
Geotermos	327
9.5 Fordeler og ulemper	329
Fordeler	329
Ulemper	330
Opgaver	332
Kapittel 10 Havenergi	335
10.1 Status globalt og nasjonalt	336
Havenergi globalt	337
Havenergi i Norge	339
10.2 Bølgekraft	343
Effekt i en enkelt, idealisert bølge	343
Effekt i typisk sjø	345
Klassifisering av installasjoner	347
Noen eksempel på bølgekraftverk	350
Utfordringer for bølgekraft	353
10.3 Tidevannskraft	354
Tidevannets fysikk	355
Effekt og energi fra tidevannsdemninger	356
Effekt og energi fra tidevannsstrømmer	359
Utfordringer ved tidevannskraftverk	361
10.4 Saltkraft	362
10.5 Havvarmekraft	364
Opgaver	368
Del III Utfordringer og veien videre	371
Kapittel 11 Integring	373
11.1 Utfordringer ved å integrere mer fornybar energi i energisystemet	374
Energisektoren	374
Sluttbruk	375
Utfordringene og løsningene	376
Energieffektivisering	376
Tilbakeslagseffekten	378

11.2 Spesifikke løsninger.....	379
Strømnett	379
Prosumenter.....	383
Smarte nett.....	386
Pumpekraftverk.....	388
Komprimert luft.....	391
Svinghjul	392
Batterier	393
Hydrogen	399
Kondensatorer	405
Termisk lagring.....	407
Sammenlikning av de ulike energilagringssystemene.....	408
Opgaver	411
Kapittel 12 Fremtiden for fornybar energi	413
12.1 Midlene	414
Den offentlige sektor	415
Det private næringslivet	420
Det sivile samfunnet.....	422
12.2 Kampen om fortellingene	424
Energieffektivisering («gjøre mer med mindre energi»)	424
Karbonfangst og -lagring («fossilsamfunnet uten klimaendringer»)	427
Kjernekraft («en kontroversiell energikilde»).....	430
Hydrogensamfunnet («det evige drivstoffet»)	433
Det fossilfrie lavforbrukssamfunnet («det enkle, fossilfrie livet»)	436
12.3 Kampen om arealene	439
12.4 Veien videre.....	441
Opgaver	448
Fasit til utvalgte oppgaver i kapitlene	449
Figurer og bilder.....	453
Litteratur.....	455
Stikkord	465