

Innhold

I	Grunnleggende Python-programmering	21
1	Innledning	23
1.1	Hvorfor lære å programmere?	23
1.1.1	Anvendelser	23
1.1.2	Undervisning	24
1.2	Program med inndata og utdata	24
1.3	Om Python	27
1.3.1	Python – kort fortalt	27
1.3.2	Hvorfor satse på Python?	27
1.3.3	Hvor populært er Python?	27
1.3.4	Når er Python ikke aktuelt?	28
1.3.5	Hvem temmer Python?	28
1.4	Skrivemåter i boken	29
1.5	Om bokens innhold	30
1.6	Oppgaver til kapittel 1	31
1.7	Løsninger til kapittel 1	32
2	Programmeringsmiljøer for Python	33
2.1	Innledning	33
2.2	Anaconda	33

2.3	Spyder	34
2.3.1	Hvordan åpne Spyder	34
2.3.2	Hvordan kjøre Python-programkode i Spyder	36
2.3.2.1	Kjøre programkode på konsollens kommandolinje	36
2.3.2.2	Kjøre programkode via skript	38
2.3.3	Eksempler på beregninger med Python	39
2.3.3.1	Python som kalkulator	40
2.3.3.2	Et Python-program for beregning og plotting	41
2.3.4	Innstilling av Spyder	46
2.3.5	Hjelp i Spyder	47
2.3.5.1	Hjelp til å finne kode som du kan skrive i ditt program	47
2.3.5.2	Hjelp til å finne syntaksfeil i din programkode	48
2.3.5.3	Løpende informasjon i Spyder om funksjoners syntaks	49
2.4	Jupyter Notebook	49
2.4.1	Hvordan starte Jupyter Notebook	50
2.4.2	Hvordan lage og redigere Notebook-dokumenter	50
2.4.3	Hvordan kjøre Notebook-dokumenter	52
2.4.4	Hvordan lagre Notebook-dokumenter	52
2.4.5	Formatering av Notebook-dokumenter	53
2.4.6	Hjelp i Jupyter Notebook	54
2.5	Python-kommandolinjen i Anaconda-kommandovinduet	55
2.6	Import og bruk av funksjonspakker og -moduler	56
2.6.1	Pakker og pakkebehandling med conda eller pip	56
2.6.1.1	Pakker	56
2.6.1.2	Pakkebehandling	57
2.6.2	Innebygde funksjoner i Python (standardpakken)	57

2.6.3	Import av pakker i Anaconda-distribusjonen	58
2.6.3.1	Tilgjengelige pakker for Python	58
2.6.3.2	Opplisting av pakker som er installert på PC-en	58
2.6.3.3	Hvordan importere pakker som er installert på PC-en	60
2.6.3.4	Hvordan importere moduler som inngår i pakker	61
2.6.4	Installering og import av pakker som ikke følger med Anaconda-distribusjonen	61
2.7	Oppgaver til kapittel 2	62
2.8	Løsninger til kapittel 2	64
3	Variabler og datatyper	71
3.1	Innledning	71
3.2	Hvordan kjøre kodeeksemplene?	71
3.3	Variabler	72
3.3.1	Hva er en variabel?	72
3.3.2	Hvorfor bruke variabler når vi kunne brukt verdier direkte?	73
3.3.3	Hvordan velge variabelnavn	74
3.4	Litt om funksjoner	75
3.5	Tall og grunnleggende matematiske operasjoner	77
3.5.1	Talltyper	77
3.5.2	Hvordan formatere tall i print()-funksjonen	77
3.5.3	Matematiske operatorer	79
3.6	Tekststrenger (strings)	81
3.7	Fra tall til tekst og fra tekst til tall	82
3.8	Boolske variabler, logiske operatorer og sammenlikningsoperatorer	84
3.8.1	Innledning	84
3.8.2	Boolske variabler	85

3.8.3	Logiske operatører	86
3.8.4	Sammenlikningsoperatører	87
3.9	Lister (lists)	88
3.9.1	Hva er lister?	88
3.9.2	Operasjoner på lister	89
3.9.2.1	Lese listeelementer	89
3.9.2.2	Hvordan oppdatere listeelementer med nye verdier . . .	92
3.9.2.3	Utvide lister med nye elementer	92
3.9.2.4	Fjerne listeelementer	94
3.9.2.5	Listemanipulering med + og *	95
3.10	Tupler	96
3.11	Dictionary	98
3.12	Arrayer	99
3.12.1	Innledning	99
3.12.2	Hvordan konvertere lister til arrayer og motsatt	99
3.12.2.1	Konvertering fra liste til array	99
3.12.2.2	Konvertering fra array til liste	100
3.12.3	Lage arrayer med spesiell utforming	101
3.12.3.1	Arrayer med like elementverdier	101
3.12.3.2	Array med fast inkrement mellom elementene	103
3.12.3.3	Flerdimensjonale eller n-dimensjonale arrayer	104
3.12.4	Operasjoner på arrayer	105
3.12.4.1	Innledning	105
3.12.4.2	Størrelsen av en array	106
3.12.4.3	Lese elementverdier i en array	107
3.12.4.4	Oppdatere elementer i en array	108

3.12.4.5	Utvide arrayer med nye elementer	109
3.12.4.6	Fjerne elementer fra arrayer	110
3.12.4.7	Finne maksimum og minimum i arrayer	110
3.12.5	Matematiske operasjoner på arrayer, inkl. matriser	111
3.12.5.1	Addisjon med skalar og multiplikasjon med skalar	111
3.12.5.2	Hvordan lage radvektorer og kolonnevektorer og matriser	112
3.12.5.3	Vektor- og matrisemultiplikasjoner	115
3.12.6	Matrisefunksjoner for lineæralgebra	118
3.12.7	Vektoriserte beregninger	119
3.13	Oppgaver til kapittel 3	123
3.14	Løsninger til kapittel 3	128
4	Plotting med Matplotlib	145
4.1	Innledning	145
4.2	Kurveplott	145
4.2.1	Plott av temperaturer i Skien – revisited	145
4.2.2	Flere enn ett figurvindu?	146
4.2.3	Vise plott i Plots-fanen i Help-vinduet eller i eksternt vindu?	146
4.2.3.1	Plottfigurer vist i Plots-fanen i Help-vinduet	147
4.2.3.2	Plottfigur vist i et eksternt vindu	147
4.2.4	Hvordan lagre figur på fil automatisk	148
4.2.5	Subplott	149
4.2.6	Hvordan sette størrelsen av figurvinduet	150
4.2.7	Matematiske symboler i diagramtittel o.l.	151
4.3	Stolpediagram	153
4.4	Kakediagram	154
4.5	Histogram	155

4.6	Oppgaver til kapittel 4	157
4.7	Løsninger til kapittel 4	159
5	Programmering av funksjoner	167
5.1	Innledning	167
5.2	Hvordan programmere funksjoner	168
5.2.1	Grunnleggende funksjonsdefinisjon	168
5.2.2	Hvordan returnere flere enn én verdi	170
5.2.3	Funksjonsargumenter med standardverdi	171
5.2.4	Funksjonskall med bruk av keyword-argument	172
5.2.5	*args og **kwargs	173
5.2.6	Dokumentasjonstekst (docstring)	174
5.2.7	Navnerom (namespace)	176
5.3	Programmering av moduler	177
5.4	Lambda-funksjoner	179
5.5	Oppgaver til kapittel 5	180
5.6	Løsninger til kapittel 5	184
6	Testing av egen kode	195
6.1	Innledning	195
6.2	Hvordan teste for funksjonsfeil?	196
6.3	Hvordan kjøre kun en del av programmet?	200
6.4	Oppgaver til kapittel 6	200
6.5	Løsninger til kapittel 6	203
7	Betingede programløp med if-strukturer	207
7.1	if-else	207
7.2	Et liv uten else	209

7.3	elif	210
7.4	Oppgaver til kapittel 7	211
7.5	Løsninger til kapittel 7	212
8	Itererte programløp med for- og while-løkker	217
8.1	Innledning	217
8.2	For-løkker	218
	8.2.1 Grunnleggende programmering av for-løkker	218
	8.2.2 Hvordan skrive til array-elementer i en for-løkke	220
	8.2.3 Preallokering av arrayer for sparing av kjøretid	221
8.3	While-løkker	224
8.4	Oppgaver til kapittel 8	225
8.5	Løsninger til kapittel 8	227
9	Lese og skrive fildata	237
9.1	Innledning	237
9.2	Filformater	237
	9.2.1 Tekstbaserte datafiler	237
	9.2.2 Binærdatafiler	239
9.3	Lese dataserier fra fil	240
9.4	Skrive dataserier til fil	241
9.5	Excel-filer i Python	243
	9.5.1 Innledning	243
	9.5.2 Lese data fra Excel-filer inn til Python	243
	9.5.3 Skrive data fra Python til Excel	245
9.6	Oppgaver til kapittel 9	246
9.7	Løsninger til kapittel 9	251

10 Databehandling med Pandas	263
10.1 Innledning	263
10.2 Byggeklossene i Pandas	263
10.3 Manipulering av dataframes	267
10.4 Dataanalyse av dataframes	270
10.5 Plotting av data i dataframes	272
10.6 Oppgaver til kapittel 10	273
10.7 Løsninger til kapittel 10	274
11 Symbolske beregninger med Sympy	279
11.1 Innledning	279
11.2 Lynkurs i symbolske beregninger	280
11.3 Hvordan beregne tallverdier av symbolske uttrykk	281
11.3.1 evalf()	282
11.3.2 subs()	282
11.3.3 lambdify()	283
11.4 Løsning av likninger	285
11.4.1 Løsning av likninger med én ukjent	285
11.4.2 Løsning av likninger med flere ukjente	287
11.4.3 Løsning av differensiallikninger	288
11.5 Manipuleringer av symbolske uttrykk	290
11.6 Symbolsk derivasjon	291
11.7 Symbolsk integrasjon	292
11.8 Matriseregning	293
11.9 Jacobimatrise (partiellderivasjon av vektorfunksjon)	295
11.10 Oppgaver til kapittel 11	297
11.11 Løsninger til kapittel 11	298

12 Objektorientert programmering	301
12.1 Innledning	301
12.2 Klasse, objekter, instanser, typer	301
12.3 Hvordan lage en klasse og bruke instanser av klassen	303
12.4 Hvordan legge definisjonen av en klasse i en modul	306
12.5 Hvordan lage nye klasser med arv fra eksisterende klasser	308
12.6 Oppgaver til kapittel 12	310
12.7 Løsninger til kapittel 12	311
II Anvendelser av Python-programmering	317
13 Numerisk derivasjon og integrasjon	319
13.1 Innledning	319
13.2 Numerisk derivasjon	320
13.2.1 Innledning	320
13.2.2 Foroverderivasjon	320
13.2.3 Bakoverderivasjon	325
13.2.4 Senterderivasjon	326
13.2.5 Valg av skritt lengde	328
13.3 Numerisk integrasjon	328
13.3.1 Innledning	328
13.3.2 Foroverintegrasjon	329
13.3.3 Bakoverintegrasjon	333
13.3.4 Trapeintegrasjon	335
13.3.5 Negativt areal?	337
13.4 Oppgaver til kapittel 13	338
13.5 Løsninger til kapittel 13	341

14 Løsning av likninger	347
14.1 Innledning	347
14.2 Likningens form	347
14.3 En god start: Plott!	348
14.4 Newtons metode	350
14.5 Oppgaver til kapittel 14	355
14.6 Løsninger til kapittel 14	356
15 Simulering av dynamiske systemer	359
15.1 Innledning	359
15.2 Hva er dynamiske systemer?	360
15.3 Framgangsmåte for utvikling av simulatorer	361
15.4 Simulator for et termisk system	362
15.4.1 Systembeskrivelse	362
15.4.2 Modellering	363
15.4.3 Diskretisering (simulatoralgoritmen)	365
15.4.4 Programmering	369
15.4.5 Simulering	372
15.4.6 Testing	373
15.4.6.1 Statisk test av simuleringen	373
15.4.6.2 Dynamisk test av simuleringen	374
15.4.7 Valg av simulatoralgoritmens tidsskritt	375
15.5 Simulatoralgoritme for mengdesystemer	378
15.6 Simulatoralgoritme for bevegelsessystemer	385
15.7 Simulator for tidsforsinkelse	390
15.8 Simulering i sann tid eller skalert sann tid	395
15.8.1 Realisering av simulering i (skalert) sann tid	395

15.8.2	Kontinuerlig oppdatert plott	397
15.8.3	Justering av parametre mens simulatoren kjører	401
15.9	Oppgaver til kapittel 15	403
15.10	Løsninger til kapittel 15	411
16	Optimering	423
16.1	Innledning	423
16.2	Formulering av optimeringsproblemer	423
16.3	Noen typiske trekk ved objektfunksjonen	426
16.4	Hvordan løse optimeringsproblemer	428
16.4.1	Oversikt over løsningsmetoder	428
16.4.1.1	Analytisk metode	428
16.4.1.2	Grid-metoden	428
16.4.1.3	Iterativ metode	429
16.4.1.4	Kombinasjon av grid-metoden og en iterativ metode	430
16.4.2	Analytisk løsning	430
16.4.3	Grid-metoden	431
16.4.3.1	Prinsipp og implementering av grid-metoden	431
16.4.3.2	Optimering med én optimeringsvariabel	434
16.4.3.3	Optimering med to optimeringsvariabler uten ulikhetsbegrensning	436
16.4.3.4	Optimering med to optimeringsvariabler med ulikhetsbegrensning	439
16.4.3.5	Lineær objektfunksjon med ulikhetsbegrensninger	440
16.4.4	Har du virkelig funnet minimum?	444
16.5	Oppgaver til kapittel 16	446
16.6	Løsninger til kapittel 16	450

17 Modelltilpassing til data	457
17.1 Innledning	457
17.2 Prinsippet for modelltilpassing	457
17.3 Modelltilpassing av statiske modeller	459
17.4 Modelltilpassing av dynamiske modeller	468
17.5 Oppgaver til kapittel 17	473
17.6 Løsninger til kapittel 17	475
18 Statistikk og sannsynlighetsregning	481
18.1 Innledning	481
18.2 Utfallsrom og populasjon	481
18.3 Simulering av stokastiske forsøk	482
18.3.1 Hvorfor simulere?	482
18.3.2 Simulering med choice()	483
18.3.3 Repetere samme tilfeldige uttrekk?	487
18.4 Statistiske mål	488
18.4.1 Innledning	488
18.4.2 Middelerdi, varians og standardavvik	489
18.4.2.1 Middelerdi	489
18.4.2.2 Varians	489
18.4.2.3 Standardavvik	490
18.4.3 Forventningsverdi	493
18.5 Sannsynlighetsfordelinger	495
18.5.1 Innledning	495
18.5.2 Noen sannsynlige definisjoner	495
18.5.3 Diskret sannsynlighetsfordeling	496
18.5.4 Hyppighetsfordeling	498

18.5.5	Kontinuelig fordeling: Normalfordelingen	502
18.5.5.1	Innledning	502
18.5.5.2	Teoretisk normalfordeling	504
18.5.5.3	Simulering av normalfordeling	505
18.5.6	Kontinuelig fordeling: Uniform fordeling	508
18.5.6.1	Teoretisk uniform fordeling	508
18.5.6.2	Simulering av uniform fordeling	509
18.6	Hvordan estimere sannsynligheten for hendelser i stokastiske forsøk? . .	512
18.7	Oppgaver til kapittel 18	517
18.8	Løsninger til kapittel 18	521
19	Signalfiltrering	527
19.1	Innledning	527
19.2	Middelverdifilter	528
19.2.1	Filteralgoritmen	528
19.2.2	Noen egenskaper ved middelverdifilteret	532
19.2.2.1	Filterets lavpasseegenskaper	532
19.2.2.2	Tidsforskyvning gjennom filteret	532
19.2.2.3	Støydempning gjennom filteret	532
19.3	Tidskonstantfilter	533
19.3.1	Filteralgoritmen	533
19.3.2	Noen egenskaper ved filteret	535
19.3.2.1	Filterets lavpasseegenskaper	535
19.3.2.2	Tidsforskyvning gjennom filteret	535
19.3.2.3	Støydempning gjennom filteret	535
19.3.2.4	En sammenheng mellom tidskonstantfilter og middelverdifilter	535

19.3.2.5	Hvordan skal vi stille inn filtertidskonstanten?	536
19.4	Høypassfilter	536
19.5	Oppgaver til kapittel 19	537
19.6	Løsninger til kapittel 19	538
20	Automatisk regulering	541
20.1	Innledning	541
20.2	Reguleringssystemers struktur og virkemåte	541
20.2.1	Manuell regulering	541
20.2.2	Automatisk regulering	542
20.3	Regulatoralgoritmer	543
20.3.1	P-regulator	543
20.3.2	PI-regulator	548
20.3.3	Av/på-regulator	552
20.3.4	Foroverkopling	558
20.4	Hvordan kjøre et regulatorprogram i sann tid	561
20.5	Oppgaver til kapittel 20	561
20.6	Løsninger til kapittel 20	565
21	Programmering av praktisk utstyr	569
21.1	Innledning	569
21.2	Microbit	569
21.2.1	Innledning	569
21.2.2	Mikrobeskrivelse av Microbit	570
21.2.2.1	Oversikt	570
21.2.2.2	Programmeringsspråk	570
21.2.2.3	Maskinvare	571

21.2.2.4	Tilleggsutstyr til Microbit	571
21.2.3	Prosedyre for programmering av Microbit	572
21.2.4	MicroPython	573
21.2.4.1	Innledning	573
21.2.4.2	MicroPython-programmering i Microbits editor	573
21.2.4.3	MicroPython-programmering i editoren Mu	575
21.3	Raspberry Pi	580
21.3.1	Hva er Raspberry Pi?	580
21.3.2	Hvilket tilleggsutstyr trenger du?	580
21.3.2.1	Standard skjerm, tastatur og mus	580
21.3.2.2	Mini-berøringsskjerm	581
21.3.2.3	Tilleggsutstyr	582
21.3.3	Programmering av Raspberry Pi	582
21.4	Oppgaver til kapittel 21 – ingen	583
Referanser		585
Register		587