

Innhold

Norsk vann- og avløpssektor	16	1.8 Utslippsarrangementet	38
Historikk	16	Kapittel 2 VA-hydrologi	40
1850 - starten på en moderne vann- og avløpstjeneste	16	2.1 Innledning	40
Svartediket - Norges første moderne vannverk	16	2.2 Om vannressursene på jorda og i Norge	41
Innføring av vannklosetter og avløpsrensing	17	2.2.1 Overflatevann	41
Behov for vannbehandling	17	2.2.2 Grunnvann	41
Økt fokus på forurensningsproblemene	18	2.2.3 Vann i fjorder, på kysten og i havet	43
Quo Vadis, norsk VA-sektor ?	18	2.3 De hydrologiske prosessene	44
Norsk VA-sektor	19	2.4. Nedbør, nedbørtyper og nedbørfordeling	45
Vannforsyning	19	2.4.1 Klimaendringens innflytelse på nedbøren	48
Avløpshåndtering	19	2.4.2 Sammenhengen mellom nedbør og overflateavrenning	48
VA-sektorens forhold til sine kunder	20	2.4.3 Strømning av vann i grunnen	50
Boligeiere	20	2.5 Urbanhydrologi	51
Næringskunder	20	2.6 Nedbør- og avrenningsmålinger	53
Vannmåler	20	2.6.1 Nedbørmålinger	53
Kundeservice	20	2.6.2 Avrenningsmålinger	54
Kostnader og gebyrer	21	2.6.3 Målerenner og målekanaler for vannføringsmålinger	57
Kvalitet	21	2.6.4 Datainnsamling	58
Rerekuttering	21	2.7 Magasinering og regulering av vannressursene	59
Kompetanse	22	2.7.1 Generelt om magasinering og regulering	59
Kompetanseutfordringer	22	2.7.2 Magasinkurver og reguleringskurver	60
Muligheter	22	2.7.3 Magasinberegning ved bruk av hydrologiske modeller	62
Utdanning	23	Kapittel 3 VA-hydraulikk	64
Forskning og utvikling (FoU)	23	3.1. Introduksjon	64
Kapittel 1 Introduksjon om VA-teknikk	24	3.2 Noen grunnleggende fysiske begreper	64
1.1 Vannkilden med vanninntak	24	3.2.1 Vanntrykk	64
1.2 Vannbehandlingsanlegget	25	3.2.2 Spesifikk vekt	65
1.3 Transportsystemet for drikkevann	27	3.3 Hydrostatikk	65
1.4 Utjevningsmagasin/høydebasseng	29	3.3.1 Trykk på en flate under vann	65
1.5 Vannledningsnett	29	3.3.2 Trykkrefter i rørbend	66
1.6 Avløpsnett	30	3.4 Rørstrømning	66
1.7 Avløpsrenseanleggene	35	3.4.1 Kontinuitetsligningen	66

3.4.2. Friksjonstap i ledninger	67	5.2.7 Lukt og smak	108
3.4.3 Beregning av nødvendig diameter for å transportere en viss vannføring	68	5.3 Partikler i vann	108
3.4.4 Energilinjer	70	5.3.1 Generelt om karakterisering av partikler i vann	108
3.4.5 Rørruhet	70	5.3.2 Turbiditet	110
3.4.6 Beregning av vannføringskapasitet i ledninger	72	5.3.3 Suspendert stoff	111
3.4.7 Singulærtap	74	5.3.4 Totalt tørrstoff og flyktig tørrstoff	111
3.4.8 Energibalanse - Bernoullis ligning	75	5.3.5 Spesielt om partikler i drikkevann	112
3.5 Kanalstrømning	77	5.3.6 Spesielt om partikler i avløpsvann	113
3.5.1 Kontinuitetsprinsippet	77	5.4 Organisk stoff i vann	113
3.5.2 Teori for kanalstrømning - prinsipper for vannføringsmåling	77	5.4.1 BOD	114
3.5.3 Strømmende, strykende og kritisk strømning	78	5.4.2 COD	116
3.5.4 Bruk av Mannings formel	79	5.4.3 TOC	117
3.5.5 Delfyllingskurver for sirkulære tverrsnitt	81	5.4.4 UV-absorpsjon og farge	117
3.6 Selvrensing i avløpsrør	82	5.4.5 Spesielt om naturlig organisk stoff (NOM) i drikkevann	117
3.6.1. Generelt	82	5.4.6 Spesielt om organisk stoff i avløpsvann	119
Kapittel 4 VA-kjemi	84	5.4.7 Forurensningsvirkninger av utslipp av oksygenforbrukende, organisk stoff	120
4.1 Grunnleggende kjemi	84	5.4.8 Organiske mikroforurensninger i vann og avløpsvann	121
4.1.1 Angivelse av masse, konsentrasjon og aktivitet	85	5.5 Uorganiske stoffer i vann	123
4.1.2 Kjemiske parametre	88	5.5.1 Kalsium og magnesium (hardhet)	124
4.2 Kjemiske likevekter	93	5.5.2 Salter	125
4.2.1 Homogene likevekter	94	5.5.3 Metaller i vann	126
4.2.2 Heterogene likevekter og utfelling	96	5.6 Næringsstoffer (fosfor og nitrogen) i vann	127
4.2.3 Gassløselighet og -likevekt	99	5.6.1 Fosfor	127
4.3 Oksidasjonsreaksjoner	100	5.6.2 Nitrogen	128
4.3.1 Elementær oksidasjonsteori	100	5.6.3 Konsekvenser av overbelastning av næringsstoffer i vannforekomster - eutrofiering	128
4.3.2 Eksempler på viktige oksidasjonsreaksjoner	100	5.6.4 Nitrat i drikkevann	129
4.4 Reaksjonskinetikk	100	5.7 Toksiske sporstoffer og radioaktive stoffer i vann	130
4.4.1 Reaksjonsorden og teori	101	5.7.1 Toksiske sporstoffer	130
4.4.2 Effekt av temperatur	102	5.7.2 Radioaktive stoffer i vann	130
Kapittel 5 Vannkvalitet og vannforurensning	104	5.8 Mikroorganismer i vann	130
5.1 Innledning	104	5.8.1 Virus	130
5.2. Noen vanlig brukte kjemiske og sensoriske parametre	105	5.8.2 Bakterier	131
5.2.1 pH, alkalitet og aciditet	105	5.8.3 Parasitter	131
5.2.2 Ledningsevne, saltinnhold	105	5.8.4 Alger	131
5.2.3 Temperatur	106	5.8.5 Indikatororganismer	132
5.2.4 Oppløst oksygen	106	5.9 Vannkvalitetsstandarder	132
5.2.5 Farge	107	5.9.1 Vannkvalitetskravene i drikkevannsforskriften	133
5.2.6 Uklarhet	107		

Kapittel 6 Vannkilder og vanninntak	134		
6.1 Vannkilder	134		
6.1.1. Karakteristiske forhold ved norske vannkilder	135		
6.1.2 Store, dype, lite påvirkede innsjøer	135		
6.1.3 Humuspåvirkede vannkilder	137		
6.1.4 Eutrofierte innsjøer	138		
6.1.5 Elver og bekker	139		
6.1.6 Grunnvann	140		
6.1.7 Valg av vannkilde	143		
6.2 Vanninntak	145		
6.2.1 Inntak i innsjøer	145		
6.2.2 Inntak i elver	146		
6.2.3 Grunnvannsinntak	148		
Kapittel 7 Vannbehov og vannforbruk	152		
7.1 Generelt om vannbehov, vannforbruk og vannproduksjon	152		
7.1.1 Forbruk i husholdninger	153		
7.1.2 Annet forbruk	154		
7.1.3 Forbruk i «våt» industri	154		
7.1.4 Tap via lekkasjer	155		
7.2 variasjoner i forbruket og forbruksberegninger	156		
7.2.1 Forbruksvariasjoner	156		
7.2.2 Beregning av vannforbruk	157		
7.2.3 Vann til brannslukning	158		
7.2.4 Dimensjonerende forbruk i vannbehovsanalyser	159		
Kapittel 8 Behandling av forsyningsvann	160		
8.1 Introduksjon – om behovet for behandling av drikkevann	160		
8.2 Inaktivering av mikroorganismer (desinfeksjon)	161		
8.2.2 Generelt om desinfeksjon	162		
8.2.3 Ct-begrepet	164		
8.2.4 Desinfeksjon med klorforbindelser	167		
8.2.5 Desinfeksjon med ozon	170		
8.2.6 Desinfeksjon ved UV-bestråling	172		
8.2.7 Inaktiveringseffektiviteten ved de ulike desinfeksjonsmetodene	176		
8.2.8 Dannelse av desinfeksjonsbiprodukter ved klorering og ozonering	177		
8.2.9 Fordeler og ulemper med ulike desinfeksjonsmetoder	179		
8.3 Fjerning av partikler	179		
8.3.1 Partikler i vann som ønskes fjernet	179		
8.3.2 Siling/planfiltrering	180		
8.3.3 Koagulering og flokkulering	182		
8.3.4 Sedimentering	189		
8.3.5 Flotasjon	192		
8.3.6 Filtrering gjennom granulært medium (sandfiltrering)	193		
8.3.7 Membranfiltrering	197		
8.4 Fjerning av humus og andre organiske stoffer	202		
8.4.1 Koaguleringsanlegg for fjerning av humus	203		
8.4.2 Nanofiltrering for fjerning av humus	208		
8.4.3 Ionebytting for fjerning av humus	210		
8.4.4 Ozonering/biofiltrering for fjerning av humus	212		
8.4.5 Fjerning av organiske mikroforurensninger	214		
8.5 Fjerning av uorganiske stoffer	218		
8.5.1 Fjerning av jern og mangan	218		
8.5.2 Fjerning av kalsium og magnesium	219		
8.5.3 Fjerning av ammonium og nitrat	221		
8.5.4 Fjerning av fluorid og arsenikk	221		
8.6 Lufting av vann	222		
8.6.1 Generelt om gassoverføring	222		
8.6.2 Oksygenering av vann gjennom lufting	222		
8.6.3 Oksygen som oksidasjonsmiddel	223		
8.6.4 Luft som avdrivningsgass	223		
8.6.5 Systemer for lufting av vann	224		
8.7 Korrosjonskontroll	225		
8.7.1 Generelt om korrosjonskontroll	225		
8.7.2 Karbonatisering for korrosjonskontroll	226		
8.7.3 Tilsetting av vannglass for korrosjonskontroll	228		
8.7.4 Valg av korrosjonskontrollmetode – karbonatisering eller vannglassdosering	229		
8.8 Valg av vannbehandlingsmetode for ulike vannkilder	230		
8.8.1 Behandling av vann fra store, dype innsjøer	231		
8.8.2 Behandling av vann fra elver og bekker	231		
8.8.3 Behandling av vann fra eutrofierte innsjøer	233		
8.8.4 Behandling av vann fra middels store, humuspåvirkede innsjøer	233		
8.8.5 Behandling av vann fra små, sterkt humuspåvirkede innsjøer	234		
Kapittel 9 Overføring og distribusjon av forsyningsvann	238		
9.1 Transport fra kilde til forbruker	238		
9.1.1 Generelt	238		
9.1.2 Krav til trykkforhold, utfordringer og dimensjonerende driftssituasjoner med pumping og/eller gravitasjon	238		

9.1.3	Trasévalg for overføringsledning	243	10.2	Spillvann fra husholdninger, institusjoner og arbeidsplasser	286
9.1.4	Utstyr på overføringsledningen	244	10.3	Industrielt avløpsvann (Q_{ind})	288
9.1.5	Høydebasseng	247	10.4	Infiltrasjons- og innlekkingsvann (fremmedvann) (Q_i)	289
9.1.6	Om trykkstøt i overføringsledninger	252	10.4.1	Overslagsberegning av mengde infiltrasjons- og innlekkingsvann	289
9.2.	Pumpestasjoner og pumper	254	10.5	Overvann (Q_o)	290
9.2.1.	Generelt om pumper og pumpestasjoner	254	10.6	Overløpsvann (Q_{ov})	291
9.2.2.	Beregningsprinsipper og formler	256	10.7	Kommunalt avløp	291
9.2.3.	Om trykkstøt i forbindelse med pumping	257	Kapittel 11	Oppsamling og transport av avløpsvann	296
9.2.4	Styring og regulering av pumper	258	11.1	Innledning	296
9.2.5.	Beregningseksempler om pumper	259	11.1.1	Avløpstyper og avløpssystemer	297
9.3	Nettutforming, nettplaner og vannhygiene i nettet	261	11.1.2	Krav til avløpssystemenes funksjon	298
9.3.1	Generelt om nettet og hygieniske forhold	261	11.1.3	Grunnlaget for dimensjonering av enhetene i avløpssystemet	299
9.3.2	Ringsystem og grenssystem	263	11.2	Utforming av ledningsanlegg	300
9.3.3	Trykksoner og trykknivåer i nettet	264	11.2.1	Oppsamlingssystemet	301
9.3.4	Planlegging for brannvannsuttak	265	11.3	Bestemmelse av dimensjonerende spillvannsmengder	302
9.3.5	Regulering av vanntrykk og vannstrømmer i et vannforsyningsssystem	266	11.3.1	Spillvannsmengder	302
9.4	Utstyr og elementer i distribusjonsnettet	268	11.3.2	Variasjon i spillvannsavrenningen	303
9.4.1	Kummer	268	11.3.3	Dimensjonerende spillvannsmengde	304
9.4.2.	Lufteventil	270	11.4	Bestemmelse av dimensjonerende overvannsmengder	305
9.4.3	Tømmeventil (utspylingsventil)	270	11.4.1	Beregning av overvannsmengder fra nedslagsfelt	306
9.4.4	Tilbakeslagsventil	270	11.4.2	Bestemmelse av dimensjonerende vannmengder i fellesledninger	306
9.4.5	Trykkreduksjonsventil	271	11.5	Dimensjonering av enhetene i avløpssystemet	307
9.4.6	Sikkerhetsventil	271	11.5.1	Selvfallsledninger med kanalstrømning	307
9.4.7	Stengeventil	271	11.5.2	Dykkerledninger og pumpeledninger	312
9.4.8	Brannventiler	272	11.5.3	Avløpstunneler	314
9.4.9.	Rørbruddsventil	273	11.5.4	Flomveier	314
9.4.10	Vannmålere	274	11.5.5	Falltap i avløpssystemet	315
9.4.11	Trykkmålere	274	11.6	Overløp	317
9.4.12	Pass-stykker (innbygningsstykker)	275	11.6.1	Overløpets virkemåte	318
9.4.13	Påkobling av stikkledninger under trykk (anboring)	275	11.6.2	Funksjonskrav til overløp	319
9.5	Analyse av vannledningsnett	276	11.6.3	Overløpstyper	320
9.5.1	Generelt	276	11.6.4	Dimensjonering av regnvannsoverløp	322
9.5.2	Det matematiske beregningsgrunnlaget	276	11.6.5	Vannmengderegulatorer	322
9.5.3	Arbeidsgang for en nettanalyse	278	11.7	Fordrøyningsanlegg	324
9.5.4	Målekampanjer, kalibreringer og verifiseringer	279	11.7.1	Innledning	324
9.5.5	Ledningsnettanalyser i praksis	280	11.7.2	Typer av fordrøyningsmagasin	324
Kapittel 10	Avløpsvannets mengde og sammensetning	284	11.7.3	Funksjon og beregning av fordrøyningsmagasin	325
10.1	Definisjoner	284			

11.8 Pumpsystemer i avløpsnett	326		
11.8.1 Innledning	326		
11.8.2 Plassering og funksjonskrav for pumpeanlegg	327		
11.8.3 Pumpetyper	328		
11.8.4 Nødvendig pumpeinformasjon	331		
11.8.5 Pumpestasjoner	332		
11.8.6 Dimensjonering og valg av pumper	335		
11.8.7 Pumpeledningen	336		
11.8.8 Energiforbruk og effektbehov ved pumping	337		
11.8.9 Spesielle pumpsystemer	337		
11.8.10 Planlegging og prosjektering av pumpsystemer	339		
Kapittel 12 Håndtering av overvann	344		
12.1 Strategier for overvannshåndtering	344		
12.1.1 Den rasjonelle metoden - bruk av den rasjonelle formel	346		
12.1.2 Summasjonskurvemetoden	351		
12.2 Tiltak for håndtering av overvann	352		
12.2.1 Viktige prinsipper ved overvannshåndtering	352		
12.2.2 Tekniske løsninger for overvannshåndtering	355		
12.3 Forurensninger i overvann og tiltak mot forurensninger	361		
12.3.1 Forurensninger i overvann	361		
12.3.2 Bruk av fordrøyningsdammer som rensedamper	363		
12.3.3 Andre forureningsbegrensende tiltak	366		
12.4 Flom i byer, klimaendringer og overvannstiltak	369		
12.4.1 Flommer i urbane områder	369		
12.4.2 Konsekvenser av endret klima	369		
Kapittel 13 Ledningsteknologi for vann og avløp	374		
13.1 Innledning	374		
13.1.1 Litt historikk	374		
13.1.2 Krav til ledningsnett	375		
13.1.3 Fornyelse av eksisterende ledningsnett	376		
13.2 Materialer for vann og avløpsledninger	377		
13.2.1 Mekaniske egenskaper for rørtyper	377		
13.2.2 Viktige egenskaper for materialer i ledningsnett	378		
13.2.3 Oversikt over rørmaterialer	379		
13.3 Nedbrytning av ledninger	384		
13.3.2 Kjemisk/biologisk nedbrytning	385		
13.3.3 Mekaniske prosesser	387		
13.3.4 Nedbrytning og beskyttelse av materialer	388		
13.4 Bygging av vann og avløpsledninger	390		
		13.4.1 Problemstilling	390
		13.4.2 Krav og veiledninger for utførelse	390
		13.4.3 Ytre last på avløpsledninger	391
		13.4.4 Dimensjonering av trykkledninger	393
		13.4.5 Motfall på avløpsledninger	393
		13.5 Tilstandskontroll	394
		13.5.1 Vannledninger	394
		13.5.2 Avløpsledninger	396
		13.6 Fornyelse av ledningsnett	397
		13.6.1 Levetid for vann og avløpsnett	398
		13.6.2 Fornyelsesplanlegging	400
		13.7 Fornyelse av VA-ledninger med "NoDig"-metoder	402
		13.7.1 Oversikt over NoDig metoder	402
		13.7.2 Rørtrykking	403
		13.7.3 Boring i løsmasser	403
		13.7.4 Boring i fjell eller kombinasjonsmasser	404
		13.7.5 Rørinnføring ("Relining")	404
		13.7.6 Utblokking - nytt rør	405
		13.7.7 Strømpereovering	406
		13.7.8 Tetttilsluttet rør	406
		13.7.9 Belegg	407
		13.7.10 Sammenligning mellom NoDig-metoder og konvensjonelle gravemetoder	407
		Vedlegg: Standarder for ledningsanlegg	408
		Kapittel 14 Rensing av avløpsvann	410
		14.1 Introduksjon - om behovet for rensing av avløpsvann	410
		14.1.1 Om behovet for rensing av avløpsvann i et globalt perspektiv	410
		14.1.2 Om behovet for rensing av avløpsvann i Norge	411
		14.1.3 Om avløpsvann og slam som ressurs	412
		14.2 Oversikt over metoder for rensing av avløpsvann	413
		14.2.1 Noen begreper og definisjoner	413
		14.2.2 Valg av renseprosess	415
		14.3 Grunnlaget for planlegging og dimensjonering av kommunale rensianlegg	417
		14.3.1 Avløpsvannets sammensetning og dets innflytelse på valg av rensemetode	417
		14.3.2 Karakterisering av avløpsvann med tanke på valg og dimensjonering av renseprosess	421
		14.3.3 Dimensjonerende mengder	424

14.4 Forbehandling	428	14.10.3 Biofilmanlegg med felling (mellomfelling)	515
14.4.1 Rister og siler	428	14.10.4 Etterfelling	516
14.4.2 Sand- og fettfang	430	14.10.5 Sluttseparasjon i biologisk/kjemiske anlegg	516
14.5 Mekanisk rensing - primærrensing	430	14.11 Slambehandling	518
14.5.1 Oppbygging av primærrensaneanlegg	431	14.11.1 Oversikt over slambehandlingsmetoder	518
14.5.2 Anlegg basert på sedimentering	431	14.11.2 Bestemmelse av slamproduksjonen	519
14.5.3 Anlegg basert på siling	437	14.11.3 Stabilisering av slam	521
14.6 Kjemisk rensing	441	14.11.4 Hygienisering av slam i kombinasjon med stabilisering	526
14.6.1 Oversikt	441	14.11.5 Oppkonsentrering av slam	530
14.6.2 Fellingsmidler, koagulanter og flokkulanter	442	14.11.6 Håndtering av septikslam	534
14.6.3 Prosessmekanismer ved felling og koagulering	444	14.11.7 Behandling av slamvann	535
14.6.4 Dosering, innblanding og styring av fellingskjemikalier	447	14.12 Små renseanlegg	538
14.6.5 Flokkulering og slamseparasjon	449	14.12.1 Spesielle problemstillinger ved små renseanlegg	538
14.6.6 Dimensjonering av kjemiske renseanlegg	455	14.12.2 Valg av rensemetode for små avløpsrensaneanlegg	540
14.6.7 Erfaringer med kjemisk rensing (primær- og sekundærfelling)		14.12.3 Prosessløsninger for små avløpsrensaneanlegg	541
av avløpsvann	455	14.12.4 Bygningsmessig utforming av små renseanlegg	544
14.7 Biologisk rensing	458	14.13 Rensing av overvann og overløpsvann	545
14.7.1 Grunnlaget for biologisk rensing	459	Kapittel 15 Resipienter og utslipp	548
14.7.2 Sammenhengen mellom belastning og renseeffekt/ slamproduksjon	466	15.1 Innledning	548
14.8 Anlegg med suspendert bakteriekultur (aktivslamanlegg)	468	15.2 Resipienter	548
14.8.1 Bioreaktoren (luftetanken)	469	15.2.1 Ferskvannsresipienter	548
14.8.2 Sedimenteringstanken	473	15.2.2 Sjøresipienter (saltvannsresipienter)	550
14.8.3 Nitrifikasjon i aktivslamanlegg	474	15.2.3 Klassifisering av resipienter	555
14.8.4 Denitrifikasjon i aktivslamanlegg	475	15.2.4 Krav til utslipp av avløpsvann	556
14.8.5 Dimensjonering av aktivslamanlegg	478	15.3 Utslipp av avløpsvann	557
14.8.6 Biologisk fosforfjerning i aktivslamanlegg	483	15.3.1 Innledning	557
14.8.7 Prosessutforminger av aktivslamanlegg	486	15.3.2 Utslppsarrangementets utforming	558
14.8.8 Biodammer	491	15.3.3 Avløpsvannets fortykning i resipienten	562
14.9 Anlegg med fastsittende bakteriekultur - biofilmanlegg	492	15.3.4 Hydraulisk dimensjonering av utslippsledninger	563
14.9.1 Biofilmer og biofilmanlegg	492	Kapittel 16 Forvaltning, drift og vedlikehold av VA-anlegg	566
14.9.2 Biorotoranlegg	495	16.1 Innledning	566
14.9.3 Rislefilteranlegg	496	16.2 Offentlige vann- og avløpstjenester	567
14.9.4 Dykkede biofiltre	498	16.2.1 Viktige utfordringer i tjenestetilbudet	568
14.9.5 MBBR - biofilmreaktorbasert bevegelig bærermateriale	500	16.2.2 Samarbeid med andre tjenesteytende sektorer	568
14.9.6 Hybrid aktivslam/biofilm-anlegg (IFAS-anlegg)	512	16.2.3 Hvem eier vann- og avløpsverkene i Norge?	568
14.10 Biologisk/kjemisk rensing	513	16.3 Statlig styring av VA-virkosheten	569
14.10.1 Forfelling	513	16.3.1 Bakgrunn	569
14.10.2 Simultanfelling	514	16.3.2 Vannforsyning	569
		16.3.3 Avløp	570

16.4 Kommunal styring av VA-virksomheten	572	17.2 Vannforbruk og forurensningsproduksjon i spredt bebyggelse	613
16.4.1 Kommunenes oppgaver og ansvar	572	17.2.1 Vannforbruk	613
16.4.2 Kommunale planer	572	17.2.2 Forurensningsproduksjon	614
16.3.3 Kommunalt samarbeid om VA-tjenestene	575	17.3 Vannforsyning i spredt bebyggelse	614
16.5 VA-verk og kunde	575	17.3.1 Valg av vannkilde	614
16.5.1 Abonnementvilkår	575	17.3.2 Grunnvannsbrønner	615
16.5.2 Tilkopling til offentlige vann- og avløpsledninger	575	17.3.3 Vannforsyning basert på overflatevann i spredt bebyggelse	619
16.5.3 Krav til levering av rent vann og til påslipp av avløpsvann	577	17.3.4 Pumper og trykktanker	620
16.5.4 Kostnadsdekning og gebyrer	579	17.3.5 Vannbehandlingsanlegg	622
16.6 Regulering av vannstrømmer og prosesser i VA-anlegg	579	17.4 Avløpsanlegg i spredt bebyggelse	623
16.6.1 Oversikt og allmenne krav	579	17.4.1 Lover og forskrifter	625
16.6.2 Regulering av vanntrykk og vannstrømmer i et vannforsyningssystem	580	17.4.2 Forbehandling av avløpsvann i anlegg for spredt bebyggelse	626
16.6.3 Regulering av vannstrømmer i et avløpssystem	580	17.4.3 Renseprosesser i konstruerte infiltrasjonsanlegg, sandfiltre og våtmarker	627
16.6.4 Reguleringsteknikk og automatisering	581	17.4.4 Anlegg basert på infiltrasjon i stedlige løsmasser	631
16.7 Drift og vedlikehold	585	17.4.5 Anlegg basert på konstruerte sandfiltre, biofiltre og våtmarker	634
16.7.1 Definisjoner	585	17.4.6 Minirensanlegg	638
16.7.2 Funksjonskrav	586	17.4.7 Kildeseparerende avløpssystemer	641
16.7.3 Eksempler på drifts- og vedlikeholdsoppgaver i vannforsyningen	589	17.4.8 Valg av renseløsning for anlegg i spredt bebyggelse	643
16.7.4 Eksempler på drifts- og vedlikeholdsoppgaver - avløp	592	17.5 Trykk- og vakuumavløp	644
16.7.5 Ledningskart og flerbruk av grunn	595	17.5.1 Trykkavløp med kvernepumpe	645
16.7.6 EDB-basert planlegging og dokumentasjon av drift og vedlikehold	596	17.5.2 Vakuumsystemer	645
16.7.7 Energiøkonomisering	597	17.6 Planlegging og prosjektering av VA-anlegg i spredt bebyggelse	646
16.8 Beredskapsplaner og risikoanalyse	599	17.6.1 Innhenting av grunnlagsdata	646
16.8.1 Beregning av risiko etter ligningen $R = K \cdot S$	600	17.6.2 Grunnundersøkelser for vurdering av infiltrasjonsmuligheter	646
16.9 Helse, miljø og sikkerhet	602	17.6.3 Valg av avløpssystem for spredt bebyggelse	647
16.9.1 Oversikt	602	Kapittel 18 Gjenbruk av avløpsvann og avsalting av havvann	650
16.9.2 Risikoanalyser (HMS) - eksempel for vannforsyning	603	18.1 Ferskvannssituasjonen i verden	650
16.9.3 Risikoanalyser for HMS - eksempel for avløp	604	18.1.1 Tilgjengeligheten av vann	651
16.10 Kostnader og regnskapsregler	606	18.1.2 Befolkningsøkningen	651
16.11 Organisering, ledelse og opplæring	607	18.1.3 Urbaniseringen	651
16.12 Planlegging av fremtidige VA-anlegg - noen hovedregler	607	18.2 Strategier for å overvinne ferskvannskrisen	652
16.12.1 Hovedinnsatsen i utbygging av fremtidige VA-anlegg i Norge	607	18.2.1 Overføring av ferskvann fra kilder langt unna	652
16.12.2 Planlegging av små og/eller enkle anlegg	609	18.2.2 Oppsamling av regnvann (rainwater harvesting)	653
16.12.3 Planlegging av store og/eller kompliserte anlegg	610	18.2.3 Avsalting av havvann	654
Kapittel 17 VA i spredt bebyggelse	612	18.2.4 Gjenbruk av avløpsvann etter rensing	656
17.1 Generelt om vann og avløp i spredt bebyggelse	612	18.2.5 Vanngjenvinning i desentrale systemer	658
		Stikkordregister	660