



**Branchebeskrivelse for sukkerfabrikker
og tilhørende saftstationer
- med fokus på jordbassiner**

**Teknik og Administration
Nr. 1 2013**

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Forord	3
2.	Sammenfatning	5
3.	Indledning	9
3.1	Baggrund.....	9
3.2	Formål.....	10
4.	Beskrivelse af branchen	11
4.1	Branchedefinition og afgrænsning.....	11
4.2	Lovgivning.....	11
4.3	Branchens strukturelle udvikling.....	11
4.3.1	Udvikling i antallet af virksomheder gennem tiden.....	11
4.3.2	Udvikling i mængden af bearbejdede sukkerroer gennem tiden ..	13
4.3.3	Geografisk placering	14
4.4	Procesforløb	15
4.4.1	Roemodtagelse og indledende analyser	17
4.4.2	Roevask.....	19
4.4.3	Bortskaffelse af jord, roerester m.v.	20
4.4.4	Biologisk rensning	21
4.4.5	Snitning og ekstraktion	22
4.4.6	Saftrensning	22
4.4.7	Inddampning, kogning, centrifugering og tørring.....	22
4.5	Energiproduktion til processer.....	23
4.6	Potentielle forureningskilder omfattet af andre branchebeskrivelser	24
5.	Tidligere udførte undersøgelser	27
5.1	Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Assens Sukkerfabrik	29
5.2	Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Kolding Saftstation	30
5.3	Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Stege Sukkerfabrik	33
5.4	Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Nykøbing F. Sukkerfabrik..	37
5.5	Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Saxkjøbing Sukkerfabrik....	39
5.6	Undersøgelse af muligvis opfyldt areal ved Maribo Sukkerfabrik ...	45
6.	Sammenfatning af tidligere udførte undersøgelser	47
6.1	Jordstruktur	47
6.1.1	Jordbassiner	47
6.1.2	Opfyldte områder	47
6.2	Jordforurening.....	48
6.2.1	Kulbrinter.....	48
6.2.2	Tungmetaller	48
6.2.3	PAH'er.....	49
6.2.4	Ammoniak og ammonium	49
6.3	Grundvandsforurening	50

6.3.1	Kulbrinter.....	50
6.3.2	Ammonium.....	50
6.4	Poreluftforurening og gasdannelse	50
6.4.1	Kulbrinter.....	50
6.4.2	Metan	50
7.	Strategi for undersøgelser	53
7.1	Historisk redegørelse	53
7.2	Geologisk og hydrogeologisk beskrivelse	54
7.3	Prøvetagning samt felt- og laboratorieanalyser	54
7.3.1	Boringer	54
7.3.2	Poreluftmålinger	55
7.3.3	Indeklimamålinger	56
8.	Perspektivering til lignende brancher	57
9.	Referenceliste	61

Bilag:

Bilag 1	Adresseliste, sukkerfabrikker og saftstationer
Bilag 2	Fotos, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Syddanmark
Bilag 3	Fotos, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Sjælland

1. Forord

Denne branchevejledning er udarbejdet af Dansk Miljørådgivning A/S for Videncenter for Jordforurening.

Branchevejledningen er blevet til i et samarbejde med en følgegruppe, som har været tilknyttet projektet. I følgegruppen har deltaget:

- Tommy Bøg Nielsen, Region Sjælland
- Stella Dalby Agger, Region Sjælland
- Kit Jespersen, Videncenter for Jordforurening

2. Sammenfatning

Branchedefinition og afgrænsning

Denne branchevejledning omhandler sukkerfabrikker og tilhørende saftstationer og har fokus på virksomhedernes jordbassiner, hvortil vaskevandet fra afvaskning af roer blev ledt og sedimenteret. Det sedimenterede materiale bestod primært af jord, sten, ukrudt, roeblade og andet organisk materiale og flere undersøgelser har vist, at den naturlige nedbrydning af det organiske materiale i sådanne jordbassiner kan give anledning til en gasdannelse, som kan udgøre en indeklimalrisiko, herunder en risiko for eksplosionsfare.

Det vurderes, at der kan være tilsvarende problemstillinger i andre brancher, f.eks. de tidligere cikoretørrier, og vejledningen kan derfor anvendes som en del af grundlaget for undersøgelse af andre lignende virksomhedstyper, der har anvendt jordbassiner til bortskaffelse af overskudsjord m.v.

Lovgivningsmæssigt er sukkerfabrikker omfattet af regler i Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5.

Branchens strukturelle udvikling

De to første danske sukkerfabrikker blev anlagt omtrent samtidig i 1873 i henholdsvis Odense og Holeby. På disse første fabrikker blev hele roemængden, der lå til grund for fabrikernes sukkerproduktion, behandlet på selve fabrikkerne. Ca. 10 år senere blev de næste sukkerfabrikker etableret, og i denne forbindelse blev der introduceret saftstationer i tilknytning til nogle af fabrikkerne. Saftstationerne var forarbejdningsanlæg placeret ude nær roedykningsområderne, hvor slutproduktet var sukkersaft, der blev transporteret til sukkerfabrikken til den videre forarbejdning til sukker.

Der har i Danmark samlet set været ni sukkerfabrikker med i alt 23 saftstationer baseret på sukkerroer. I 1912 var samtlige produktionssteder etableret. De fleste af saftstationerne placeret ude nær roedykningsområderne var imidlertid nedlagt igen i slutningen af 1950'erne, på grund af de forbedrede transportmuligheder, og produktionen foregik herefter primært på sukkerfabrikkerne.

Ønsket om at effektivisere og samle produktionen på få fabrikker har betydet, at der i 2012 kun er to sukkerfabrikker tilbage i Danmark. På disse to fabrikker foregår der i dag forarbejdning af ca. samme mængde roer, som der er blevet forarbejdet siden midten af 1970'erne.

Geografisk placering

Sukkerroer trives bedst på de helt fede jorder, der f.eks. findes på Lolland, Fyn og i Koldingområdet/Østjylland. Dette har været betydende for, at sukkerfabrikkerne og saftstationerne var koncentreret i den sydøstlige del af Danmark,

heraf seks produktionssteder i Region Syddanmark og de resterende 17 i Region Sjælland. Det eneste produktionssted i Jylland var saftstationen i Kolding.

Procesforløb og miljøbelastning

Produktionen af sukker foregår (og foregik) i princippet ved, at sukkerroer bliver udludet for sukkersaft, der herefter inddampes til sukker.

Selve procesforløbet omfatter:

- modtagelse af roer i roemagasin og analyse for indhold af sukker og jordprocent
- indledende afrensning og transport til vask
- roevask
- snitning og ekstraktion
- saftrensning med læsket kalk
- inddampning, kogning og tørring.

I tilknytning til ovennævnte processer har produktionsstederne endvidere haft egen energiproduktion.

De forskellige processer bidrager hver især med affaldsprodukter, som slutte- ligt er blevet deponeret i jordbassiner i tilknytning til produktionsstederne. Der er kendskab til, at følgende affaldsprodukter er blevet deponeret i jordbassinerne i større eller mindre grad:

- blyholdig roemos, filtre og filtreret væske fra sukkeranalyser
- vaskevand indeholdende jord, ukrudt, roespidses, roegrønt og roesaft samt evt. skumdæmpende midler
- kalkstøvholdigt spildevand fra vådvask af forbrændingsgas i kalkovn i forbindelse med fremstilling af læsket kalk
- drænvand fra kalkslambassin
- tungmetalholdig flyveaske fra energiproduktion.

Tidligere udførte undersøgelser

De første kendte undersøgelser af tidligere jordbassiner, der blev udført på baggrund af mistanke om jordforurening og dannelse af metangas i de deponerede jordlag, er fra 2005. Derudover er der kendskab til geotekniske undersøgelser og andre miljøundersøgelser tilbage til 1981, hvor jordbassinernes jordstruktur og indhold af forurenende komponenter er blevet belyst.

Undersøgelserne har vist, at der i de tidligere jordbassiner er risiko for at finde jordforurening med kulbrinter og lettere jordforurening med tungmetaller (primært cadmium og bly) samt grundvandsforurening med kulbrinter og ammonium og poreluftforurening med kulbrinter. Desuden har undersøgelserne vist, at der er risiko for en væsentlig gasdannelse i jordbassinerne, og at selv mindre

indhold af metan kan indikere, at der lokalt kan ske dannelse af væsentligt større metangasmængder, end man umiddelbart måtte forvente.

Strategi for undersøgelser

Følgende elementer anbefales at indgå i undersøgelsesstrategien i forbindelse med undersøgelse af et jordbassin:

- historisk redegørelse
- geologisk og hydrogeologisk beskrivelse
- prøvetagning, felt- og laboratorieanalyser af jord, grundvand og luft
- vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- orienterende risikovurdering.

Det anbefales at få udført følgende felt- og laboratorieanalyser som standard:

- bestemmelse af indholdet af organisk materiale på enkelte jordprøver fra hver boring til vurdering af potentialet for gasdannelse
- analyse af jordprøver for totalindhold af kulbrinter, BTEX og tungmetaller
- analyse af grundvandsprøver for totalindhold af kulbrinter og BTEX
- analyse af poreluftprøver for totalindhold af kulbrinter, C₉-C₁₀ aromater og BTEX
- feltmålinger af indholdet af metan, kuldioxid og ilt i filtersatte boringer og i poreluftstationer
- målinger af differenstræk på filtersatte boringer.

Er der tegn på, at der er tilført andre fyldkomponenter end jord og plantedele, f.eks. slagger, anbefales det, at analyseprogrammet udvides med relevante parametre.

Ved konstatering af forhøjede indhold af olieprodukter i jordprøverne anbefales det, såfremt det har betydning for vurderingen af sagen, at der udføres supplerende analyser til nærmere fastlæggelse af, hvilken type olie der er tale om.

Undersøgelsen afsluttes med vurdering af analyseresultaterne i relation til relevante kvalitetskriterier samt en orienterende risikovurdering.

Hvis undersøgelserne viser, at der foregår en gasdannelse i sedimentet under eksisterende bygninger, anbefales det, at der foretages følgende supplerende undersøgelser for at identificere potentielle spredningsveje fra jordmatricen til indeklimaet:

- byggeteknisk gennemgang
- sporgasundersøgelse.

Endvidere anbefales det, at der etableres gasalarmer, hvis der er mistanke om, at gasdannelsen kan udgøre en risiko for indeklimaet.

3. Indledning

3.1 Baggrund

På sukkerfabrikkerne og de tilhørende saftstationer, der er forarbejdningsanlæg placeret ude nær roedykningsområderne, foregår/foregik der afvaskning af sukkerroer med efterfølgende sedimentering af vaskevand indeholdende jord, sten, ukrudt, roeblade og andet organisk materiale i blandt andet store sedimentationsbassiner i umiddelbar nærhed af virksomhederne. Her blev det sedimenterede materiale, indeholdende store mængder organisk materiale, deponeret, enten permanent eller for en sæson ad gangen, hvorefter det blev kørt væk og anvendt til opfyld andre steder.

Ved nedbrydning af store mængder af organisk materiale i et sediment opstår der anaerobe (iltfrie) forhold, et fænomen der også er velkendt fra f.eks. lossepladser, hvor der er deponeret organisk materiale f.eks. i form af dagrenovationsaffald. Når der sker en sådan omsætning af organisk materiale under anaerobe (iltfrie) forhold, vil der som oftest dannes metan og kuldioxid, og i visse tilfælde vil der også kunne dannes brint eller svovlholdige stoffer. Fra lossepladser ved man, at deponigas oftest består af 40-60 % metan og 25-40 % kuldioxid /10/. Ren deponigas er i Miljøstyrelsens rapport fra 1993 angivet til at bestå af 63,8 % metan og 33,6 % kuldioxid /42/. En blanding af metan og atmosfærisk luft bliver som udgangspunkt eksplosiv, hvis koncentrationen af metan er på 5-15 vol. % og ved en samtidig iltkoncentration over 13 %. I praksis vil det sige, at der er risiko for eksplosion, hvis koncentrationen af metan er større end 5 vol. % /11/, /42/.

På en række boligejendomme, hvor der tidligere har ligget et jordbassin tilknyttet en sukkerfabrik, er der til afklaring af potentiel forurening relateret til deponiet i sedimentationsbassinerne udført en forureningsundersøgelse. Forureningsundersøgelsen omfattede blandt andet filtersatte boringer, der havde til formål at afdække en evt. grundvandsforurening tilknyttet jorddeponiet. I disse filtersatte boringer opdagede man desuden, at der foregik en kraftig gasproduktion i sedimentet, og udvidede undersøgelser af gasproblematikken blev derfor sat i værk. Der blev fundet kraftigt forhøjede indhold af deponigas (op til 64 og 73 vol. % metan samt forhøjede indhold af kuldioxid), hvilket kan udgøre en indeklamarisiko, herunder en risiko for eksplosionsfare.

Sukkerfabrikkernes sedimentationsbassiner er hidtil typisk ikke blevet kortlagt som muligt forurenede, og der er derfor risiko for, at der f.eks. uforvarende bliver opført bygninger oven på et kraftigt gasproducerende område, som i oven-

nævnte tilfælde. Da problematikken ikke tidligere har været belyst, vides det ikke, hvor stort omfanget af problemet er i Danmark

3.2 Formål

Formålet med denne branchevejledning er at give en generel introduktion til sukkerbranchen og dens miljøforhold med særlig fokus på risikoen for dannelse af gas i forbindelse med sedimentering og deponering af virksomhedernes vaskevand indeholdende store mængder organisk materiale i form af planterester. Branchevejledningen skal, som supplement til Miljøstyrelsens vejledninger, tjene som opslagsværk i forbindelse med undersøgelse af arealer, hvor der tidligere har ligget sedimentationsbassiner, hvor der er blevet udledt vaskevand, eller hvor der er deponeret jord fra sedimentationsbassiner.

Der er foretaget en systematisk gennemgang af driften, anvendelsen af hjælpestoffer og mulige belastninger af miljøet i forbindelse med sukkerproduktion.

4. Beskrivelse af branchen

4.1 Branchedefinition og afgrænsning

Denne branchevejledning beskriver primært driften af sukkerfabrikker og deres tilknyttede saftstationer. Det vurderes, at der kan være tilsvarende problemstillinger i andre brancher.

4.2 Lovgivning

Sukkerfabrikker er omfattet af Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5 og hører under listepunkt E 105 eller E 210 i godkendelsesbekendtgørelsens bilag 1: "Sukkerfabrikker med en kapacitet til produktion af færdige produkter på mere end 300 tons pr. dag i gennemsnit på kvartalsbasis", henholdsvis "Sukkerfabrikker med en kapacitet til produktion af færdige produkter på mindre end eller lig med 300 tons pr. dag i gennemsnit på kvartalsbasis".

Den første Miljøbeskyttelseslov trådte i kraft i 1974, og ingen af de decentrale saftstationer vurderes dermed at have haft en miljøgodkendelse, da den sidste blev lukket i 1976.

4.3 Branchens strukturelle udvikling

Allerede fra 1620 til 1800 har Danmark haft en betydelig sukkerindustri baseret på importeret rå sukker fra sukkerrør fra de Vestindiske øer. Indtil dette tidspunkt var sukkerrøret den eneste plante, der dannede grundlag for fremstilling af sukker i større omfang /2/.

Grundet øgede produktionsomkostninger i de oversøiske sukkerplantager begyndte man i 1800-tallet at lave forsøg med udvinding af sukker fra roer og A/S De Danske Sukkerfabrikker blev stiftet i 1872 af etatsråd C. F. Tietgen ved at overtage to af de dengang eksisterende sukkerraffinaderier i København, som raffinerede importeret rå sukker /12/.

4.3.1 Udvikling i antallet af virksomheder gennem tiden

A/S De Danske Sukkerfabrikker (DDS) blev stiftet i 1872, og i 1873 anlagde DDS sin første fabrik i Odense. Samtidig blev en anden sukkerfabrik etableret af brødrene Erhard og Johan Ditlev Frederiksen i Holeby på Lolland /12/.

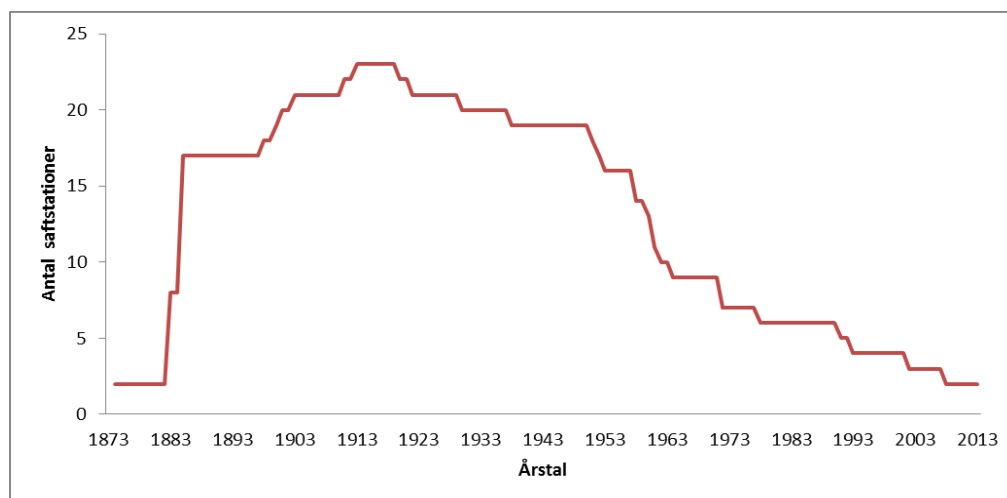
Herefter gik der omkring 10 år, inden de næste sukkerfabrikker blev etableret og i 1912 var der opført de i alt ni sukkerfabrikker med i alt 23 saftstationer baseret på sukkerroer, der har været i Danmark /3/. Tabel 4.1 viser de enkelte produktionssteders driftsperiode og tilknytning.

Sukkerfabrik	Driftsperiode	Saftstationer	Driftsperiode
Region Syddanmark			
Assens	1884-2006	Én ved fabrikken	-
		Kolding	1899-1970
		Salbrovad	1884-1951
		Haarby	1884-1920
Uglebjerg	1884-1912		
Odense	1873-1970	Én ved fabrikken	-
Region Sjælland			
Gørlev	1912-2000	Én ved fabrikken	-
Stege	1884-1989	Én ved fabrikken	
		Mern	1902-1976
		Damme	1884-1928
		Damsholte	1884-1949
		Pollerup	1884-1936
Holme	Ca. 1900-1950		
Nykøbing Falster	1884-d.d	Én ved fabrikken	-
Saxkjøbing	1910-1991	Én ved fabrikken	-
Maribo	1897-1962	Én ved fabrikken	-
		Stokkemarke*	1898-1959
Højbygaard	1873-1960	Én ved fabrikken	-
Nakskov	1882-d.d.	Én ved fabrikken	-
		Horslunde	1882-1959
		Majbølle	1882-1958
		Græshave	1882-1956
		Vesterborg	1882-1956
Stokkemarke*	1882-1898		

Tabel 4.1 Driftsperiode for sukkerfabrikkerne og deres saftstationer.

* Stokkemarke Saftstation var oprindeligt tilknyttet Nakskov Sukkerfabrik, men overgik i 1898 til Maribo Sukkerfabrik.

I figur 4.1 er den tidlige udvikling i antallet af saftstationer fra 1873 til d.d. vist.



Figur 4.1 Udviklingen i antallet af saftstationer fra 1873-2012.

Det fremgår af tabel 4.1 og figur 4.1, at antallet af saftstationer toppede i 1912-1918, hvor der var 23 produktionssteder. Fra og med 1989 er al produktion samlet under DDS, og i dag er der to saftstationer tilbage, som er beliggende på de to tilbageværende sukkerfabrikker /12/.

4.3.2 Udvikling i mængden af bearbejdede sukkerroer gennem tiden

Tabel 4.2 viser, hvor mange tons rene sukkerroer de enkelte fabrikker bearbejdede i nogle udvalgte årstal fra 1918 til 2005.

Årstal	Assens	Gørlev	Højbygaard	Maribo	Nakskov	Nykøbing F.	Odense	Saxkjøbing	Stege	Sum
1918	98.815	112.613	98.001 ¹	223.083 ¹	186.134	134.435	81.630 ²	89.808	85.089 ²	1.109.608
1930	84.198	56.232	55.281	117.839	243.583	132.678	88.767	142.968	101.779	1.023.325
1960	248.414	291.101	102.344	204.541	378.438	304.233	181.328	185.523	242.808	2.138.730
1971	442.928	273.746			449.122	260.383		336.539	252.775	2.015.493
1976	609.643	423.026			620.315	436.076		409.547	380.407	2.879.014
1980	748.722	481.216			695.682	396.985		416.748	367.432	3.106.785
1983	538.650	384.750			527.494	337.825		325.084	263.130	2.376.933
1992	872.370 ³	547.660			995.490 ³	804.510 ³				3.220.030
2000	936.540 ³				1.191.420 ³	953.550 ³				3.081.510
2005	885.780 ³				1.091.160 ³	956.880 ³				2.933.820

Tabel 4.2 Tons bearbejdede rene sukkerroer pr. fabrik /3/.

¹: Mængden er fra 1919.

²: Mængden er fra 1920.

³: Det gennemsnitlige tons oparbejdede roesnitter pr. dag ganget med 90 dage.

Det fremgår af den højre kolonne i tabel 4.2, at mængden af bearbejdede sukkerroer på sukkerfabrikkerne på landsplan blev fordoblet fra 1930 til 1960 fra ca. 1 mio tons sukkerroer til ca. 2 mio tons sukkerroer. Det fremgår ikke af kildematerialet, hvad forøgelsen skyldtes. Det var dog i denne periode, jf. tabel 4.1, at de decentrale saftstationer blev nedlagt, og roerne herefter blev ført direkte til sukkerfabrikkerne. Forøgelsen på ca. 1 mio tons bearbejdede sukkerroer årligt *kan* derfor være et udtryk for, hvad den samlede årlige bearbejdede mængde har været på de decentrale saftstationer.

Det fremgår endvidere af tabel 4.2, at mængden af bearbejdede sukkerroer på landsplan forøges med yderlige ca. 1 mio. tons fra midten af 1970'erne, og at den har været stabil lige siden. Denne forøgelse vurderes at være forårsaget af kapacitetsudvidelse og øget afsætning. I 2012 er mængden, der tidligere blev bearbejdet i Assens, overført til fabrikkerne i Nakskov og Nykøbing Falster. Af denne grund fik Nykøbing Falster forøget sin tilladelse til produktion i slutningen af 2006 /44/.

Såfremt det forudsættes, at jordprocenten (andelen af jord i det leverede roelæs) har været omkring 20 % i 1918, svarer det til, at der årligt blev deponeret omkring 275.000 tons jord. Hvis roemængderne på saftstationerne, jf. afsnit 4.2, ikke har været medregnet i statistikken, vil den årlige deponerede mængde jord have været betydeligt større. Tilsvarende, hvis det forudsættes, at jordprocenten har været omkring 12 % i 1976, svarer det til, at der årligt blev deponeret omkring 350.000 tons jord. Siden 2007 er der årligt blevet deponeret omkring 80.000 tons jord fra Nakskov Sukkerfabrik /47/ og omkring 30.000 tons jord fra Nykøbing Falster Sukkerfabrik /48/.

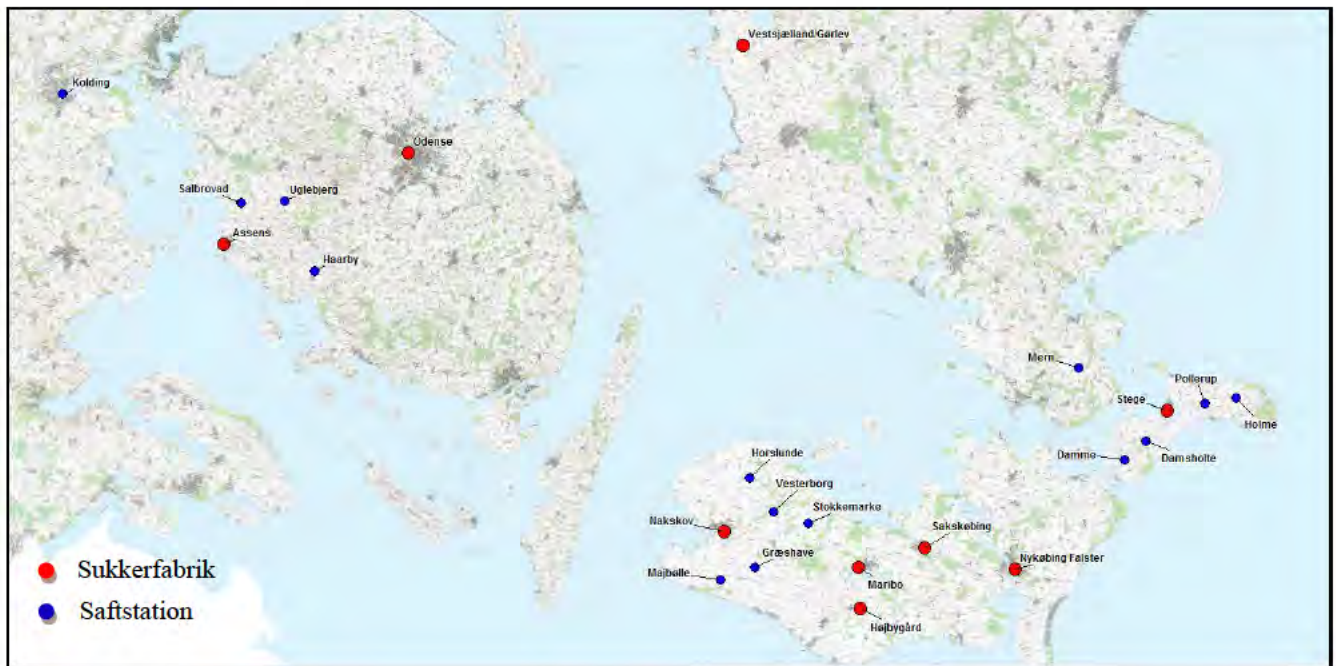
4.3.3 Geografisk placering

Ved sukkerfabrikkernes anlæggelse var der to ting, der primært var afgørende for placeringen. Området skulle dels være velegnet for dyrkning af sukkerroer og dels skulle der være mulighed for fremskaffelse og bortskaffelse af store vandmængder /1/. Sukkerroer trives bedst på de helt fede jorder, som f.eks. findes på Lolland, Fyn og i Koldingområdet/Østjylland /1/.

På de to første sukkerfabrikker i Odense og Holeby (Højbygård) foregik hele processen på den samme lokalitet lige fra modtagelse af de beskidte roer til det færdige produkt. Transporten foregik i starten med hestevogn, og for at forkorte transportvejen for landmændene blev der anlagt en række modtagestationer, også kaldet saftstationer, til nogle af de efterfølgende sukkerfabrikker /1/, /3/. Der blev anlagt 4-5 saftstationer pr. fabrik i oplandet til tre af de efterfølgende sukkerfabrikker. Herfra blev saften enten pumpet ind til hovedfabrikken gennem rørledninger eller blev transporteret i tankskibe /1/. I de nye fabrikkers ho-

vedbygninger var der derfor ikke et modtageafsnit, men der var dog en saftstation placeret inde på den samme grund /3/.

Figur 4.2 viser placeringen af sukkerfabrikkerne og deres saftstationer i Danmark. Det fremgår, at sukkerfabrikkerne og saftstationerne var koncentreret i den sydøstlige del af Danmark, heraf seks produktionssteder i Region Syddanmark og de resterende 17 i Region Sjælland. Det vestligste produktionssted var saftstationen i Kolding.



Figur 4.2 Beliggenhed af sukkerfabrikker og saftstationer i Danmark.

Saftstationerne blev overvejende etableret i 1880'erne og lukket ned igen i 1950'erne. Generelt kan man sige, at saftstationerne blev overflødige, da den moderne transport ad landevejene blev dominerende /1/.

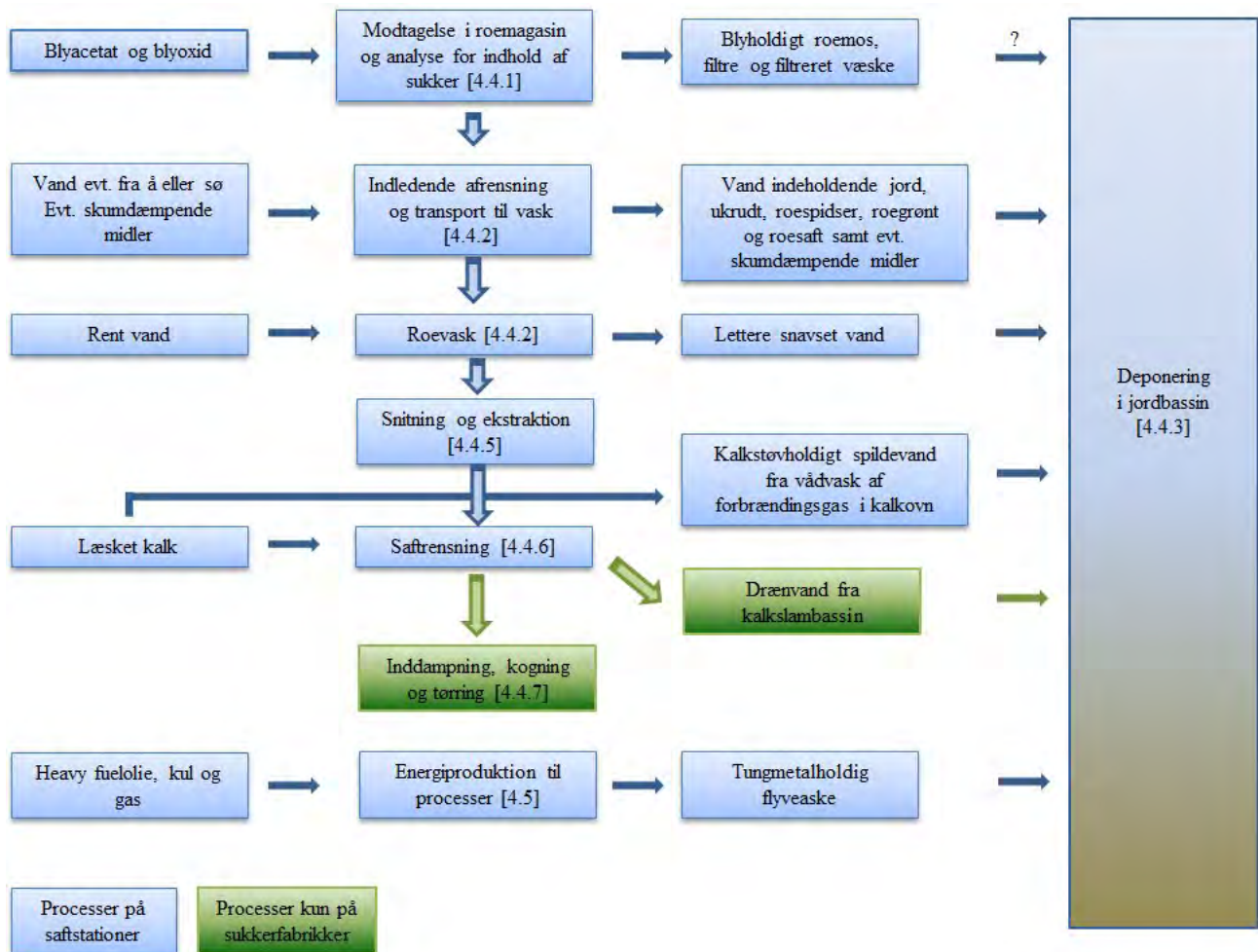
4.4 Procesforløb

På selve sukkerfabrikkerne foregik hele processen lige fra modtagelse af de beskudte roer til det færdige produkt. På saftstationerne var sukkersaften slutproduktet, som derefter blev sendt ind til hovedfabrikken til videre forarbejdning /3/. Produktionen foregik typisk i perioden september til januar, benævnt kampagnen.



Figur 4.3 Højbygaard Sukkerfabrik med sine roedepoter, ca. 1958 /16/.

Procesforløbet fra modtagelse af roerne til udludningen af sukkersaften var formentlig ens på alle saftstationer, inkl. de saftstationer, der var placeret på selve fabriksområderne. Sukkerfabrikkernes miljøgodkendelser og historiske beskrivelser fra saftstationerne danner baggrund for beskrivelsen af procesforløbet på en sukkerfabrik. Figur 4.4 viser procesforløbet på en sukkerfabrik, og de enkelte delprocesser er gennemgået i det følgende.



Figur 4.4 Procesforløb på en sukkerfabrik /1/, /3/, /4/, /6/, /8/, /9/, /14/, /43/.

4.4.1 Roemodtagelse og indledende analyser

Når roerne ankom til roemagasinerne blev læssene først vejret, og der blev udtaget prøver for bestemmelse af sukkerindholdet og jordprocenten, hvilket var afregningsgrundlaget /4/. Den mekanisering af optagemetoderne, der startede i 1950'erne betød ifølge en historisk redegørelse udarbejdet for Saxejbjerg Sukkerfabrik, at der fulgte mere jord og sten med til fabrikken, hvorved ca. 15 % af den indvejede roevægt bestod af jordmaterialer /5/. Ifølge beskrivelsen for Kolding Saftstation kunne et roelæs indtil ca. 1975-1980 bestå af godt 75 % roer og knap 25 % jord /1/. Under særligt ugunstige vejrforhold kunne det endda ske, at mere end halvdelen af et læs var jord /1/. Udviklingen af bedre metoder betød, at indholdet af jord over tid blev reduceret til 10-15 % /1/, /5/. Det procentvise indhold af jord var dog afhængigt af jordbundsforholdene og endvidere af fugtigheden i jorden, dvs. klimatisk betinget, og det kunne derfor svinge meget fra lokalitet til lokalitet og fra kampagne til kampagne /5/.



Figur 4.5 Roeaflysning på Nakskov Sukkerfabrik, 1971 /13/.

I 1994 startede Danisco Sugar "Projekt rene roer" /4/, /49/, der gik ud på at undersøge, om roer kunne renses på marken, så anvendelse af vand til rensning på fabrikkerne helt kunne undgås. For at rensning af roer på fabrikkerne kunne undgås, måtte der højst være 0,2 % jord på roerne. Det lykkedes ikke at komme ned på den ønskede jordmængde, men projektet medførte alligevel, at der fremover blev tilført mindre jord til fabrikkerne. Dette skyldtes, at roeoptagerleverandørerne optimerede deres roeoptagere, og at 70 % af roerne blev tørrenset en ekstra gang, inden de blev sendt til fabrikken. Endvidere blev der fremdyrket en glattere, rundere roe uden rodfure /4/. Det fremgår af projektet, at det i optimale situationer er muligt at rense roer ned til under 4 % jord på roen /49/.

På laboratorierne anvendtes der blyacetat og blyoxid (henholdsvis ca. 100 og 50 kg på Saxkjøbing Sukkerfabrik i 1988) /6/. Der er fundet sammenlignelige tal i de øvrige gennemgåede miljøgodkendelser. Anvendelserne fordeltes mængdemæssigt med ca. 2/3 på roelaboratorierne ifm. bestemmelse af sukkerindholdet i de enkelte roelæs og 1/3 på fabrikslaboratorierne til diverse andre analyser. Det producerede blyholdige spild fra roelaboratorierne kunne findes i form af blyholdig roemos og på filtre (45 %) samt i blyholdig væske efter filtrering (55 %), mens det blyholdige spild fra fabrikslaboratoriet overvejende forekom i en væskefase /6/. Det er blevet beregnet, at hvis alt blyholdigt spild, inkl.

mos og filtre, blev udledt til svømmevandssystemet, så ville der ske en koncentrationsforøgelse i den aflejrede jord på ca. 0,8 ppm /14/. Det var forventet, at blyet i sukkersaftanalyserne ville blive udskiftet med aluminiumsulfat i starten af 1990'erne /14/. Det fremgår ikke specifikt nogen steder, om dette skete. I Nakskov Sukkerfabriks miljøgodkendelse fra 1991 er det oplyst, at der fra 15. september 1992 ikke måtte ledes blyholdigt spildevand til smudsvandssystemet /43/. Blyholdigt affald skulle i stedet behandles i henhold til bekendtgørelse nr. 804 af 15. december 1989 om olie- og kemikalieaffald /43/.

4.4.2 Roevask

Fra roemagasinerne blev roerne transporteret i svømmerender ind til fabrikken med vand og blev ved hjælp af vand rensset for jord, sten og ukrudt.



Figur 4.6 Roer i svømmerende i Maribo, ca. 1920 /15/.

Der skulle derfor være mulighed for at fremskaffe og bortskaffe store vandmængder. Den største vandmængde - den der skulle bruges til at transportere roerne ind til fabrikken - behøvede ikke at være særlig ren, så til dette formål blev der de fleste steder benyttet overfladevand, der blev pumpet direkte fra åer, søer, fjorde og lignende. Hertil kom en mindre mængde rent vand til selve vasken, som i de første mange år var kildevand og senere grundvand.

Det afledte vaskevand indeholdt store mængder af jordpartikler, ukrudt, roespids, roegrønt og roesaft, der var trukket ud af roerne – specielt fra beskadigede roer – inden den egentlige udvinding af sukker /45/.

Ifølge en historisk redegørelse udarbejdet for Saxkjøbing Sukkerfabrik begyndte man i 1960'erne at lede roerne til roevask med vandkanoner /5/. Dette med-

førte store skumdannelser, især i starten af kampagnen. I ca. 10 år tilsatte man for at hindre skumdannelse i vaskevandet olie/petroleum som afspændingsmiddel til vaskevandet /5/. Der er ikke fundet oplysninger om, i hvilken periode man evt. har anvendt olieprodukter som skumdæmpende middel på de øvrige lokaliteter.

Der er oplysning om, at vaskevandet i Saxkjøbing i 1988 blev tilsat ca. 250 kg skumdæmpningsolie/døgn, der bestod af fedtsyreestere /6/. Tilsvarende er det oplyst, at man i Assens havde et forbrug af skumdæmpningsmidler på ca. 20 tons årligt /4/, hvilket også var tilfældet i Nykøbing Falster i 1998 /46/. I Gørlev er det oplyst, at ca. halvdelen af skumdæmpningsolien blev tilsat i forbindelse med diffusionen, jf. afsnit 4.4.5, og olien her forlod produktionen sammen med roeffaldet og melassen. Den anden halvdel blev anvendt i svømmevandssystemet. Olierne bestod også her normalt af fedtsyreestere /8/.

4.4.3 Bortskaffelse af jord, roerester m.v.

Det vurderes, at der alle steder oprindeligt var etableret store sedimentationsbassiner, som kunne rumme mange tusinde tons jordslam. Sedimentationsbassinernes formål var at modtage overskudsvand, indeholdende roejorden, så jorden kunne aflejres ved naturlig sedimentation og skyllevandet derefter kunne ledes væk eller genanvendes.

Sedimentationsbassinet i Kolding omfattede f.eks. nogle ca. 2 m høje dæmnin-ger anlagt i en firkant med sidelinjer på ca. 75 m /1/. Noget tilsvarende blev etableret i Græshave, se figur 4.7, hvor der var tale om et bassin på ca. 100 x 100 m med volde af klæg jord, beregnet til 2,5 m vandhøjde /9/.



Figur 4.7 Græshave Saftstation, 1954 /53/.

En gang årligt blev sedimentationsbassinerne disse steder oprenset for mudder, og fyldt blev transporteret til et deponeringsområde /1/, /9/.

I Græshave er det oplyst, at jorden blev brugt til at fylde op på lavtliggende arealer, bl.a. blev den gennem nogle år lagt ud på en eng mellem Øllingsø og Ryde Å i en tykkelse på op til to meter, hvilket medførte, at et stykke eng blev forvandlet til markareal /9/. Andre steder, f.eks. i Gørlev, er der oplysning om, at der blev lavet nye jordbassiner, når de gamle var fyldt op /8/. I bilag 2 og 3 er vedlagt luftfotos, der tydeligt viser sedimentationsbassinerne tilknyttet lokaliteterne.

Nogle steder blev jorden, som var frasorteret roerne, og vandet fra roevasken ledt direkte ud på tidligere fjordarealer. I området ved saftstationen i Kolding er det vurderet, at der på et ca. 100.000 m² stort tidligere fjordareal årligt er udledt ca. 5.000 m³ roejord m.v. i årene 1899-1949 og ca. 6.000 m³ roejord m.v. årligt i årene 1950-1970 /1/. Den direkte udledning blev i Kolding valgt for at undgå den årlige oprensning af sedimentationsbassinet /1/. I Sækkjølbing stoppede man i 1967 med at anvende sedimentationsbassinerne på fabriksområdet, og herefter gik man over til at udlede vaskevandet indeholdende roejord m.v. til nogle lavtliggende engarealer i området Kalø-grå ved Smålandshavet /6/.

Det aflejrede materiale afhang helt af den med roerne indkomne jordtype og af mængden og renheden af roerne /7/. Da jorden blev aflejret ved naturlig sedimentation, ville man dog forvente, at det tungeste jordmateriale ville være blevet aflejret nærmest indledningen til de enkelte bassiner, mens det meget finkornede materiale ville kunne findes længst ude mod afløbet fra disse /7/. Forundersøgelser udført på Assens Sukkerfabrik i 2004, jf. afsnit 5.1, viste imidlertid, at jorden var forholdsvis homogen både horisontalt og vertikalt i de undersøgte bassiner. Homogeniteten blev forklaret med, at man efter slutningen af 1980'erne begyndte at sortere alle partikler > 1,6 mm fra inden bassinerne, og de små partikler, der blev lukket ind i bassinerne ville holde sig svævende i vandet i længere tid og kunne nå at komme rundt i hele bassinet /17/.

4.4.4 Biologisk rensning

Da vandet fra jordbassinerne indeholdt sukkerrester, kvælstof og fosfor fra roerne, blev det derfor i nyere tid pumpet til biologiske renselanlæg. Ved varmeveksling med varmt kølevand fra fabrikkens kondensatorer opvarmedes vandet til 37 °C. Sukkerresterne blev nedbrudt til biogas, der blev afbrændt i fabrikkens kedler. Kvælstof blev fjernet ved nitrifikation/denitrifikation, og det producerede organiske materiale blev deponeret i jordbassinerne sammen med roejorden /4/. Assens Sukkerfabrik var den første danske fabrik, der fik et biologisk rensningsanlæg, hvilket skete i 1993 /7/, og derfor har der ikke været biologiske renselanlæg på nogen af saftstationerne i oplandet til fabrikkerne, hvoraf den sidste blev lukket i 1976. I 1993 var der kun fire sukkerfabrikker tilbage i Danmark, jf. tabel 4.1 og figur 4.1., og processen er derfor ikke medtaget på det generelle procesdiagram vist i figur 4.4.

4.4.5 Snitning og ekstraktion

De vaskede roer blev snittet og udludet i et diffusionsanlæg med vand i modstrøm ved 70 °C, hvor selve udtrækningen af sukkeret fandt sted. For at undgå, at sukkeret blev nedbrudt ved mælkesyregæring tilsattes formaldehyd som desinfektionsmiddel i diffusionsapparatet. Råsaften havde et sukkerindhold på 13,5 %. Råsaften blev pumpet til saftrensning, mens de udludede roesnitte (roepulpen) blev anvendt til kvægfoder /4/.

4.4.6 Saftrensning

Saften fra diffusionen var en mørk, gråbrun og uklar væske. På saftstationerne blev saften tilsat læsket kalk, for at den ikke skulle gå i gæring og for at sterilisere saften og opsamle urenheder.

Det sidste led i processen på saftstationerne var tilsætning af læsket kalk, og saften blev herefter oplagret i en tank, indtil den kunne transporteres til selve sukkerfabrikken til videre forarbejdning /1/.

Med CO₂-holdig gas fra kalkovnen blev pH justeret ned inde på selve fabrikerne, samtidig med at kalken blev udfældet som calciumkarbonat, der filtreres fra. Det resterende calciumindhold i saften blev justeret ved tilsætning af soda og til sidst tilsattes svovldioxid for at forhindre nedbrydning af sukker ved den efterfølgende inddampning. Svovldioxiden blev produceret ved forbrænding af flydende svovl i et dertil indrettet anlæg. Saften, der nu blev benævnt tyndsajt, havde en renhed på ca. 94 %, hvilket svarede til den del af saftens tørstofindhold, der var sukker /4/.

Produktion af læsket kalk

I en vertikal kalkovn blev der dagligt brændt kalksten. Den brændte kalk blev læsket med fortyndet roesaft og tilført saftrensningen sammen med den CO₂-holdige gas fra kalkbrændingen. En mindre mængde brændt kalk blev læsket i vand og tilsat det recirkulerende system for pH-regulering /4/.

Forbrændingsgassen blev vasket fri for støv i en vådvasker og det kalkstøvholdige spildevand tilledt roevaskevandet og sluttelig jordbassinerne /4/.

Bortskaffelse af calciumkarbonat (carbokalk)

Den udfældede kalk fra saftrensningen blev vasket med vand for at fjerne sukkerrester, hvorefter det blev pumpet til carbokalkbassiner, hvor det blev afvandet. Kalken anvendtes til jordforbedring og solgt til landmændene, mens det afdrænede vand blev ledt til jordbassinerne /4/.

4.4.7 Inddampning, kogning, centrifugering og tørring

Saften blev inddampet i et femtrins fordamperapparat til ca. 70 % tørstof. Herefter inddampedes saften til overmætning, der blev tilsat flormelis, og efter nogle timer var en del af sukkeret udkrystalliseret. Dette produkt kaldtes fyld-

masse. Fyldmassen bestod af sukkerkrystaller og sirup, der blev centrifugeret, og derved opdeltes i sukkerkrystaller og sirup. Siruppen gik tilbage til kogning, hvorefter processen blev gentaget, indtil der ikke kunne udvindes mere sukker. Det restprodukt, der var tilbage, når sukkeret var udvundet, kaldtes melasse. Melassen anvendtes til fremstilling af dyrefoder, gær og sprit /4/.



Figur 4.8 Kogesalen på Højbygaard Sukkerfabrik, 1958.
Foto stammer fra Holeby Lokalhistoriske Arkiv og er gengivet i /54/.

Det fugtige sukker fra centrifugerne havde et vandindhold på ca. 0,5 % og blev tørret ned til et vandindhold på 0,02 % /4/.

4.5 Energiproduktion til processer

På sukkerfabrikkerne og saftstationerne var der følgende energikrævende processer:

- Opsamling/pumpning af vand til svømmerender
- Opvarmning af vand til udtrækning af sukker
- Inddampning m.v.
- Brænding af kalk til læskning
- Drift af maskiner på fabrikken, herunder transportbånd, roeskærermaskine og diffusionsbatterier.

Figur 4.9 viser, hvor store mængder kul, kalksten og sukkerroer, der skal til for at producere en mængde sukker.



Figur 4.9 Fra venstre mod højre: Mængden af kul, kalksten og sukkerroer, der skal til for at producere den mængde rå sukker, der er i bunken til højre /54/.

Fabrikernes energiforsyning fungerede i roekampagnen som et kraftvarmeverk, hvor der produceredes store mængder damp på indtil flere kedler. Kedlerne blev fyret med f.eks. heavy fuelolie, kul og gas.

Flyveaske fra kedelcentralernes røggasrensning blev sandsynligvis de fleste steder deponeret sammen med roejord i fabrikernes jordbassiner. Assens havde ifølge miljøgodkendelse fra 2005 tilladelse til at deponere 350-400 tons årligt, svarende til ca. 1 % af roejordsmængden, hvilket ville medføre en stigning i indholdet af tungmetaller på 4-5 % i forhold til det normale indhold i dansk pløjejord /4/. Tilsvarende tilladelser fremgår af de øvrige sukkerfabrikkers miljøgodkendelser.

4.6 Potentielle forureningskilder omfattet af andre branchebeskrivelser

I forbindelse med gennemgangen af sukkerfabrikernes miljøgodkendelser er der fremkommet oplysninger om en lang række potentielle forureningskilder relateret til driften af sukkerfabrikkerne:

- Oplag af kul og cinders (stenkuls-koks)
- Oplag af kul behandlet med spildolie (bortskaffelse fra værksted)
- Oplag af slagge
- Oplag af skumdæpende olier
- Benzin-, dieselolie- og fuelolietanke
- Olieledninger, fra tank til havn
- Lokomotivremiser
- Pladeværksteder og smedjer
- Autoværksteder
- Olieudskillere
- Oplag af pesticider

- Oplag af formalin
- Laboratorieaktiviteter.

Ovennævnte potentielle forureningskilder vil ikke blive behandlet yderligere i nærværende vejledning, men for yderligere information henvises til relevante branchebeskrivelser på www.jordforurening.info.

5. Tidligere udførte undersøgelser

Region Sjælland samt Odense og Assens Kommuner har fremsendt arkivmateriale for sukkerfabrikkerne i deres respektive områder. Der er udført en systematisk gennemgang af de kendte undersøgelser, hvor det er identificeret, hvad undersøgelsens formål har været, hvilke undersøgelsesmetoder der er anvendt, og om resultaterne har relevans for vurdering af problematikken omkring jordbassinerne. Resultatet af gennemgangen er opsummeret i tabel 5.1.

Lokalitet	Formål	Årstal	Metode	Relevans
Region Syddanmark				
Assens Sukkerfabrik (5.1)	Undersøgelse af olie- og kemikalieoplag	1997	Jordboringer	Nej
	<i>Undersøgelse af jordbassiner</i>	2004	Jordboringer	Ja
	<i>Måling af slamlag i jordbassiner</i>	2010	Jordboringer	Ja
Kolding Saftstation (5.2)	<i>Geoteknisk undersøgelse</i>	1981	Jordboringer	Ja
	<i>Metangasundersøgelse</i>	2011	Filtersat boring og poreluft	Ja
	<i>Metangasundersøgelse</i>	2012	Poreluft	Ja
Odense Sukkerfabrik	Geoteknisk undersøgelse	2008	Jordboringer	Nej
Region Sjælland				
Gørlev Sukkerfabrik	Undersøgelse af olie- og kemikalieoplag	1993	Jordboringer og poreluft	Nej
	Undersøgelse af remise, værksted, tankanlæg, kulplads og pesticidoplag	2001	Filtersatte boringer og jordboringer	Nej
Stege Sukkerfabrik (5.3)	Undersøgelse af tankanlæg og olieudskillere	1990	Filtersatte boringer og jordboringer	Delvist
	Afgrænsende undersøgelse ved olietankanlæg	1991	Filtersatte boringer og jordboringer	Ja
	Geoteknisk undersøgelse på tidligere jordbassin	2006	Jordboringer	Ja
	Undersøgelse af kulplads etableret oven på tidligere jordbassin	2006	Jordboringer	Nej
	Forklassificering og efterfølgende afgrænsning af større jord- og grundvandsforurening	2006	Jordboringer	Delvist
	Undersøgelse af afdampning fra konstateret jordforurening	2006	Poreluft	Nej
	Geoteknisk undersøgelse på tidligere opfyldt område	2010	Jordboringer	Ja
Nykøbing F. Sukkerfabrik (5.4)	<i>Farmingforsøg</i>	Siden 2003	Udgravning	Ja
	Geoteknisk undersøgelse og efterfølgende afgrænsende forureningsundersøgelse	2010	Jordboringer	Nej

Tabel 5.1 Opsummering af kendte undersøgelser.

Undersøgelser, hvis definerede formål har været at undersøge jordbassinerne på grund af, at der er deponeret roejord m.v. er markeret med kursiv.

Lokalitet	Formål	Årstal	Metode	Relevans
Saxkjøbing Sukkerfabrik (5.5)	Undersøgelse af potentiel forurening relateret til tankanlæg og olieudskillere	1991	Jordboringer	Delvist
	<i>Undersøgelse af jordbassiner og omkringliggende arealer</i>	2005-2010	Filtersatte boringer, jordboringer og poreluftmålinger	Ja
	<i>Geotekniske undersøgelser</i>	2007	Jordboringer	Ja
Maribo Sukkerfabrik (5.6)	Olietankanlæg og maskinværksted	1993	Jordboringer og poreluft	Måske
	Olietankanlæg og olieudskillere relateret til senere virksomhed	2000	Filtersatte boringer	Nej
	Afgrænsende undersøgelse	2003	Filtersatte boringer	Nej
	Undersøgelse af areal for ny hal	2011	Filtersat boring	Nej
Højbygård Sukkerfabrik	Geoteknisk undersøgelse	1974	Jordboringer	Nej
	Geoteknisk undersøgelse	1990	Jordboringer	Nej
Nakskov Sukkerfabrik	Ingen kendte undersøgelser	-	-	-

Tabel 5.1 fortsat Opsummering af kendte undersøgelser.

Undersøgelser, hvis definerede formål har været at undersøge jordbassinerne på grund af, at der er deponeret roejord m.v., er markeret med kursiv.

Det fremgår af tabel 5.1, at de undersøgelser, der gennem tiden er blevet udført på sukkerfabrikkerne primært har været målrettet mod punktkilder på selve fabriksområdet, så som olietankanlæg, olieudskillere, værksteder, kuloplag o.l.

De undersøgelser (markeret med kursiv i tabel 5.1), der har været målrettet mod at undersøge jordbassinerne på grund af, at der er deponeret roejord m.v. har også haft forskellige formål. Undersøgelserne af jordbassiner tilknyttet Assens og Nykøbing Falster Sukkerfabrikker er udført for at få bedre viden omkring muligheden for at føre jorden tilbage til landbruget. I modsætning hertil er nogle af undersøgelserne af jordbassinerne tilknyttet Kolding Saftstation og Saxkjøbing Sukkerfabrik udført på baggrund af mistanke om dannelse af metangas i de deponerede jordlag.

Derudover er en del af de undersøgelser, der er blevet udført på Kolding Saftstation og Stege Sukkerfabrik, udført i områder for tidligere jordbassiner/opfyldte områder, selvom det ikke var undersøgelsernes formål.

Undersøgelserne, der på den ene eller anden vis har omfattet jordbassiner, er gennemgået mere detaljeret i det følgende.

5.1 Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Assens Sukkerfabrik

Tre af i alt 11 jordbassiner tilknyttet Assens Sukkerfabrik er i 2004 blevet screenet for indhold af problematiske stoffer og for jordstruktur /17/. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.1.



Figur 5.1 Jordbassiner undersøgt 2004 /17/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Der er udtaget jordprøver fra dybderne 0-1 m, 1-2 m og 2-3 m under sedimentoverfladen. Alle jordprøver er analyseret for klorid, totalindhold af kulbrinter (olieprodukter), tungmetaller, PAH'er (tjærestoffer) og kornstørrelse. Endvidere er nogle af prøverne analyseret for N, P og K, plantesygdomme samt kviksølv.

Der er udtaget prøver i tre dybder på tre steder i hvert bassin. Prøverne er udtaget fra flåde, og hovedparten er udtaget med et såkaldt "russerbor", ½ meter ad gangen. Nogle steder var sedimentet så hårdt, at det ikke lod sig gøre, og her blev der i stedet anvendt håndbor.

Jorden viste sig at være forholdsvis homogen både horisontalt og vertikalt i de enkelte bassiner. Prøverne bestod af >80 % fint til groft silt og 5-10 % af prøverne bestod af fint til groft sand. Enkelte steder fandtes ler eller fint grus.

Homogeniteten er forklaret med, at man efter slutningen af 1980'erne begyndte at sortere alle partikler >1,6 mm fra inden bassinerne, og de små partikler, der blev lukket ind i bassinerne, ville holde sig svævende i vandet i længere tid og kunne nå at komme rundt i hele bassinet.

Indholdene af cadmium lå generelt over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium (0,5 mg/kg TS), men under afskæringskriteriet (5 mg/kg TS). Indholdet af bly lå generelt under eller på niveau med jordkvalitetskriteriet (40 mg/kg TS), mens indholdet af kobber lå langt under jordkvalitetskriteriet (500 mg/kg TS). Kviksølv lå omkring grænseværdien for jordtype 0 (0,1 mg/kg TS). De øvrige metaller, zink, nikkel og chrom var under jordkvalitetskriterierne.

Der blev ikke fundet indhold af PAH'er (tjærestoffer) over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier i nogen af bassinerne.

Alle tre bassiner havde høje værdier for kulbrinter (140-1.400 mg/kg TS), men de blev langt overvejende vurderet at være af naturlig oprindelse. I ét af bassinerne blev der ved supplerende analyse (med meget stor usikkerhed) fundet ca. 135 mg/kg TS petrogene kulbrinter, hvilket ligger over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium (100 mg/kg TS). I et andet af bassinerne blev der fundet indhold af petrogene kulbrinter på ca. 125 mg/kg TS. I dette bassin blev kun én af de ni prøver analyseret for petrogene kulbrinter, men alle kromatogrammerne var forholdsvis ens.

Der blev ikke foretaget analyser til kvantificering af det organiske indhold i sedimenterne. Dog blev der foretaget analyser for N, P og K, der viste, at indholdene var ca. 2,5 gange højere end i en normal dansk jord. Heraf blev det vurderet, at der var sedimenteret en del organisk materiale sammen med den afvaskede jord.

I november 2010 blev der foretaget måling af vanddybder og slamlag i syv søer på jordbassinerne. Slamlagene blev vurderet til mellem 0,15 og 1,5 m.

5.2 Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Kolding Saftstation

I 1981 blev der gennemført en geoteknisk undersøgelse med henblik på at vurdere jordbundsforholdene langs en planlagt ca. 800 m lang adgangsvej fra Østerbrogade til et påtænkt industriområde mellem Skamlingvej og Kolding Å /38/.

Der blev udført syv geotekniske borer over en strækning på 820 m. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.2.



Figur 5.2 Del af opfyldt område undersøgt 1981 /38/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

De geotekniske boringer blev ført til mellem 7 og 15 meters dybde. I de geotekniske boringer blev der konstateret mellem 2,5-3 m vandaflejret sediment og dynd, der vurderedes at være relateret til saftstationens deponering af roejord /38/. Der er ingen oplysninger omkring lugten af sedimentet eller om eventuelle tegn på gasdannelse /38/.

Efterfølgende er der blevet udført en lang række yderligere geotekniske undersøgelser i forbindelse med byggeri på den vestlige del af området. Undersøgelserne viste tilsvarende resultater som den geotekniske undersøgelse fra 1981 og er derfor ikke gennemgået detaljeret.

Der blev i 2011 udført en mindre metangasundersøgelse i en del af området for de tidligere jordbassiner /18/. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.3.



Figur 5.3 Del af opfyldt område undersøgt 2011 /18/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Der blev udført en filtersat boring og i alt 10 gasmålinger inden for undersøgelsesområdet. Der blev udtaget to jordprøver, heraf en prøve fra det dybere fyldlag, der blev analyseret for olieprodukter.

Der blev konstateret totalindhold af kulbrinter på 1.600 mg/kg TS i jordprøven udtaget 2,5 m u.t. Indholdet blev karakteriseret som nedbrudt gasolie, motor-/smøreolie-tjære/asfalt eller lignende.

I jordluften blev der målt for indhold af metan, kuldioxid og ilt. Én gasmåling blev foretaget på den filtersatte boring, mens ni målinger blev udtaget med spyd 0,8 m u.t. Inden for det relativt begrænsede undersøgelsesområde blev der konstateret indhold af metan på mellem 0 og 64 %. Det højeste indhold blev konstateret i en almindelig poreluftsonde udført med spyd.

I 2012 blev der udført endnu en metangasundersøgelse på en nabomatrikel som følge af resultaterne fra 2011 /39/. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.4.



Figur 5.4 Del af opfyldt område undersøgt 2012 /39/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Der blev ved undersøgelsen udført gasmålinger i 15 punkter. Gasmålingerne blev udført med spyd og etableret ca. 0,6-0,8 m u.t. Der blev målt for indhold af metan, ilt og kuldioxid. Der blev ikke fundet indhold af metan i nogen af de udførte målinger. Der blev dog konstateret forhøjet indhold af kuldioxid på mellem 1,7 og 7,6 vol. % i fire af målepunkterne, hvilket kunne indikere tilstedeværelse af deponigas i området

5.3 Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Stege Sukkerfabrik

I forbindelse med lukning af sukkerfabrikken blev der i 1990 iværksat en miljøundersøgelse, der omfattede virksomhedens tanke og olieudskillere /19/. Der blev udført i alt 11 borer. I fire af borerne, der var udført på den opfyldte del af ejendommen, blev der konstateret gradvise ændringer i sammensætningen af fyldlagene, hvilket blev vurderet som, at den nederste del af fyldlagene er aflejret i bassiner. Dette blev vurderet til at være i god overensstemmelse med udbygningstakten for fabrikken. Fyldaflejringerne er vurderet til at bestå af jord (mest silt) fra vask og rensning af roer samt kalkslam fra rensning af roesaften /19/.



Figur 5.5 Del af opfyldt område undersøgt 1990-1991 /19/ og /20/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Inden for det viste undersøgelsesområde på figur 5.5 blev der konstateret olieforurening med indhold på op til 32.000 mg/kg og fri fase olie i en grundvandsprøve. Forureningen blev vurderet at være relateret til en utæt olieudskiller i området. Der blev efterfølgende i 1991 udført ni afgrænsende boringer /20/. Samme fyldbillede som ved undersøgelsen i 1990 blev konstateret. Der blev i forbindelse med afgrænsende prøver i forhold til olieforureningen udtaget flere jordprøver af jord, der blev vurderet til at være bassinjord. Flere af prøverne lugtede af kloak og en enkelt af ammoniak. Der blev ikke konstateret indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriterierne /20/.

I 1996 blev der udført en delvis oprensning af den konstaterede olieforurening i det viste undersøgelsesområde. I forbindelse med gravearbejdet i området blev det observeret, at der var ca. 4 meter fyld på stedet, indeholdende tegl, slagger, grene, kalkslam m.v. /21/.

I 2006 blev der i forbindelse med planer om opførelse af ferieboliger udført fem geotekniske boringer på daværende matr. nr. 6br, der i stor udstrækning er et tidligere vandområde /22/. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.6.



Figur 5.6 Del af opfyldt område undersøgt 2006 /22-25/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Der blev ikke fundet tegn på forurening i form af misfarvning eller lugt. Der blev påvist fyld til 4 m på hele arealet, der blev vurderet at være delvist tilkørt landbrugsjord og delvist sedimenteret roejord. Under fyldjorden blev der konstateret gytje /22/.

Én jordprøve fra hver boring blev analyseret for kulbrinter, tjærestoffer og tungmetaller. Der blev konstateret lettere forurening i fire af boringerne: I én boring blev der konstateret indhold af benz(a)pyren på 0,70 mg/kg TS. I to boringer blev der konstateret indhold af cadmium og/eller bly på henholdsvis 0,86 og op til 290 mg/kg TS. Endelig blev der i to boringer konstateret indhold af kulbrinter på op til 180 mg/kg TS /22/.

Efter afskrabning af ca. 10 cm kulblandet sand fra en del af arealet, der tidligere havde været anvendt til kulplads, blev der udtaget 10 overfladeprøver i 0-0,5 m dybde, der blev analyseret for jordpakken (total kulbrinter, PAH'er og seks tungmetaller). Der blev konstateret indhold af bly på 74 mg/kg TS i én jordprøve.

Inden for det i figur 5.6 markerede undersøgelsesområde blev der desuden udført en forklassificering af jord, der skulle bortgraves i forbindelse med byggeriet /23/, en afgrænsende forureningsundersøgelse /24/, da man stødte på en kraftig olieforurening på den nordøstlige del af ejendommen samt en poreluft-

undersøgelse /25/ til vurdering af afdampningen fra den konstaterede olieforurening til indeklimaet i ferieboligerne. Forureningen vurderedes at være relateret til en tidligere olieudskiller, der var etableret som et bassin uden fast bund og med stenbelagte sider i ejendommens nordøstligste hjørne.

Der blev udført i alt 45 dybe miljøtekniske boringer til mellem 4 og 6 m u.t. og 14 poreluftprøver, hvor alle analyserede prøver blev analyseret for kulbrinter /24/, /25/.

Der blev som nævnt konstateret en kraftig og omfangsrig jordforurening på den nordøstlige del af ejendommen og desuden relativt høje indhold af kulbrinter i poreluftprøverne udtaget inden for det forurenede område. Forureningen relateret til olieudskilleren vurderes at overdøve en evt. forurening relateret til det deponerede jord i bassinerne og resultaterne fra dette nordøstligste område vurderes derfor ikke at være relevante.

12 af de afgrænsende boringer blev imidlertid placeret uden for det af olieudskilleren forurenede område. Relevante jordprøver (udtaget inden for fyldlaget) fra disse boringer viste ingen indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriterierne /24/.

I forbindelse med byggeriet blev der udført en større oprensning, hvor det er blevet oplyst, at der blev truffet mindre lommer af sort, ildelugtende jord /26/.

I 2010 blev der udført en kombineret geoteknisk og forureningsundersøgelse i forbindelse med en planlagt opførelse af en ny bygning /27/. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.7.



Figur 5.7 Del af opfyldt område undersøgt 2010 /27/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

Der blev udført seks boringer til 5-6 meters dybde. Eventuel forurening var vurderet til at ville stamme fra virksomheden Jupiter Metal, der havde været på ejendommen, og den var vurderet til at ville være terrænnær. Tre boringer blev filtersat. Der blev observeret fyld indtil 2-3 meters dybde, herunder med indhold af slamkalk, planterester og muld samt dyndet sand, der lugtede. Der blev analyseret én jordprøve fra hver boring, dog kun én jordprøve fra dybereliggende jordlag. Jordprøven fra det dybereliggende fyldlag blev analyseret for olieprodukter, og der blev ikke konstateret indhold over jordkvalitetskriterierne /27/.

5.4 Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Nykøbing F. Sukkerfabrik

I 2003 og igen i 2004 fik Nykøbing Falster Sukkerfabrik miljøgodkendelse til først et 1-årigt og derefter et 10-årigt forsøg med genbrug af roejord, såkaldte "farmingforsøg", der skal afrapporteres efter forsøgets afslutning /28/. Arealerne, hvor jorden henholdsvis er opgravet fra og udspreddt på, er skitseret på figur 5.8.



Figur 5.8 Arealer anvendt i ”farmingforsøg” 2003-2013 /28/. Bassinerne, som jorden opgraves fra, er markeret med rødt, mens arealet, som jorden udsprede på, er markeret med blå.

Princippet i farmingforsøget er, at gammelt deponeret roejord opgraves for derefter at blive udsprede på et landbrugsareal, jf. figur 5.8. Forsøget skal afklare, om den gamle jord har ændret egenskaber ved at være deponeret. Formålet er at udvikle et koncept, hvor roejord, der er deponeret i bassinerne, på længere sigt kan tilbageføres til agerjord.

De nordøstligst placerede bassiner blev udgravet i 2003, og det viste sig, at materialet var mest sandet i det østligste bassin og mindst sandet i det vestligste. Der blev ifølge virksamheden ikke konstateret lugtgener i forbindelse med udgravningen og udlægningen /28/.

Der blev udtaget 25 jordprøver fra forskellige dybder i de nordøstlige jordbassiner. Jordprøverne blev undersøgt for indhold af tungmetaller, tørstof, glødetab, TOC og struktur /28/.

Resultaterne af de 25 tungmetalanalyser viste, at indholdet af metaller varierede en del og jo mindre kornstørrelse jo højere indhold af metaller. Dette blev vurderet at skyldes, at metaller binder bedre til små partikler (ler), og at det organiske indhold, som metallerne også bindes til, er større jo finere kornstørrelse (højere TOC-målinger) /28/.

Det blev fundet, at indholdet af cadmium i ca. halvdelen af prøverne tangerer eller overskrider jordkvalitetskriteriet på 0,5 mg/kg TS. Der blev maksimalt

fundet 0,61 mg/kg TS. Der påvises ikke overskridelser af jordkvalitetskriterierne for indhold af de øvrige tungmetaller, dog er niveauerne forhøjede i forhold til alm. dansk landbrugsjord /28/.

De forhøjede indhold af metaller i forhold til alm. dansk landbrugsjord er i en revideret miljøgodkendelse fra 2006 vurderet at skyldes naturligt forekommende indhold i de lerede jorder, der netop er velegnede til roedyrkning og ikke tilførslen af flyveaske, hvor metalbidraget herfra kun er vurderet at udgøre ca. 3 % af det totale indhold /29/.

TOC-analyserne viste indhold i intervallet 1.670-361.000 mg/kg TS. Tallene viste generelt, at TOC aftager med dybden, hvor de høje værdier i de øvre lag blev vurderet at skyldes rødder fra den naturlige vækst på overfladen. TOC i de dybe lag blev beregnet til at være ca. 13.000 mg/kg TS. Det blev på baggrund af en prøve af roevaskevandet på 11.500 mg/kg TS i kampagnen 2002 vurderet, at TOC ikke falder under lagringen, hvilket blev vurderet at betyde, at den TOC, der var tilknyttet jordpartiklerne, ikke omsættes. Det blev derfor vurderet/formodet, at en eventuel gasproduktion måtte være knyttet til vandfasens TOC, og at der derfor kun ville ske gasproduktion i de enheder, der var i brug. Virksomheden vurderede, at da den fældede jord ikke var porøs, kunne den dannede gas ikke samles i lommer /29/.

5.5 Undersøgelse af jordbassiner tilknyttet Saxkjøbing Sukkerfabrik

I forbindelse med en miljøteknisk undersøgelse af olie- og benzinanlæg på virksomheden blev der i 1991 udført én jordboring til 3 m u.t. ved et tidligere jordbassin på fabrikken /30/. Jordbassinet er undersøgt, da der som vaskevand tillige med fjordvand havde været anvendt regnvand opsamlet fra fabriksarealerne, hvilket indebar en forureningsrisiko stammende fra overfladespild af olie- og benzinkomponenter. Det formodede undersøgelsesområde er skitseret på figur 5.9.



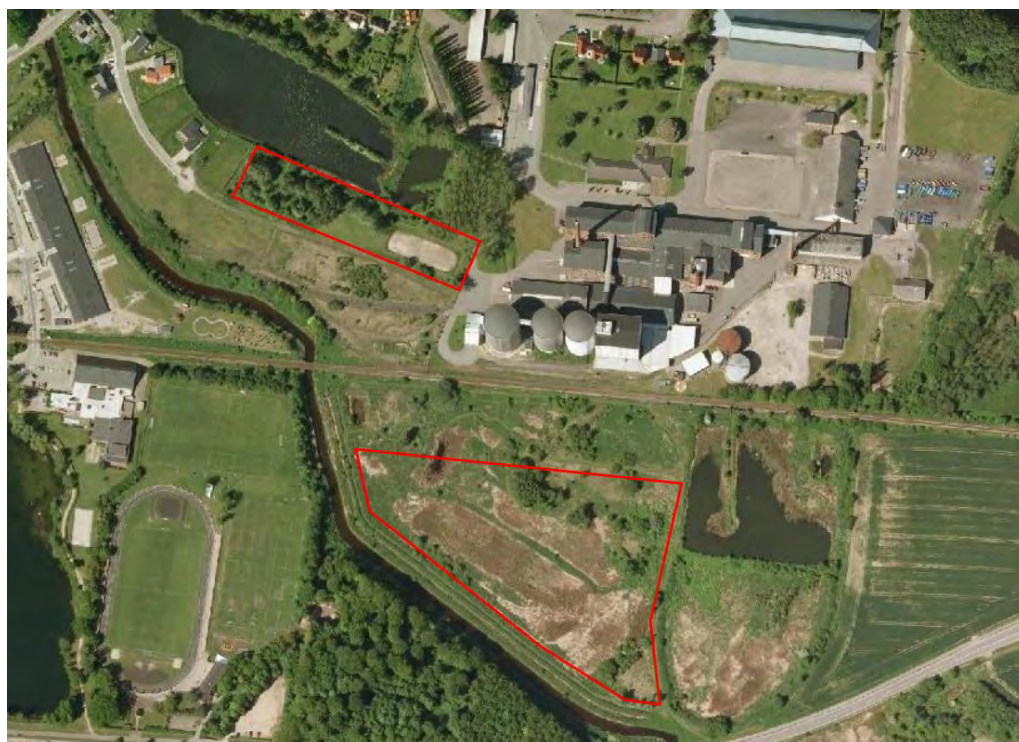
Figur 5.9 Del af jordbassin undersøgt i 1991 /30/. Undersøgelsesområdets formodede placering er markeret med rødt.

Der blev i den udførte boring konstateret sorte striber i intervallet 1,3-1,8 m u.t., og en analyse fra dybden 1,5 m u.t. viste indhold af gasolie på 10 mg/kg og af en højt kogende stofblanding (evt. planterester) på ca. 8 mg/kg.

I perioden 2005-2011 blev der udført en række undersøgelser af to jordbassin-områder (kaldet det vestlige jordbassin og de sydlige jordbassiner) tilknyttet sukkerfabrikken /30-37/. Undersøgelsesområderne, der også omfattede nogle arealer nord og nordvest for det vestlige jordbassin, er skitseret på figur 5.10 og 5.11.

Undersøgelsesområderne viste sig generelt at være karakteriseret ved, at der var i størrelsesordenen 2,5-4,5 meter fyldjord. Fyldjorden havde et varierende indhold af organisk materiale og fyldjorden bestod generelt øverst af jord tilført i forbindelse med jordopfyldning/terrænregulering af jordbassinet. Der blev i denne del af fyldjorden også konstateret mindre indhold af forskelligt affald og slagger. Den underliggende fyldjord blev vurderet at være sediment, der stammede fra sedimentationen af sand, ler og organisk materiale fra roevaskningen i jordbassinet. Vandspejlet var beliggende højt, lokalt fra mellem ca. 0,7-1,2 m u.t.

De første undersøgelser af jordbassinerne blev udført af Storstrøms Amt i 2005 og 2006 /56-58/. Undersøgelsesområderne er skitseret på figur 5.10.



Figur 5.10 Del af jordbassiner undersøgt i 2005-2006 /56-58/. Undersøgelsesområdernes placeringer er markeret med rødt.

I det vestlige bassin blev der udført i alt 13 borer, hvorfra der blev analyseret 50 jordprøver for tjærestoffer, 26 jordprøver for tungmetaller og 40 jordprøver for kulbrinter. Der blev i to jordprøver konstateret indhold af benz(a)pyren, der overskred jordkvalitetskriteriet med en faktor 2-3. Desuden blev der i fire jordprøver, heraf to fra dybereliggende fyldlag, konstateret indhold af bly eller cadmium, der overskred jordkvalitetskriterierne med op til ca. en faktor 2. Endvidere blev der konstateret indhold af kulbrinter, der overskred jordkvalitetskriterierne, i 19 jordprøver udtaget fra 11 af borerne. Der blev konstateret totalindhold af kulbrinter på op til 7.900 mg/kg TS. Den kraftigste forurening var beliggende 2,5-3,5 m u.t. Der blev dog konstateret forurening i hele dybden fra 0,5-4,5 m u.t. og forureningen blev vurderet at være udbredt i hele bassinet. Fraktionen C₁₀-C₂₅ udgjorde hovedparten af de påviste kulbrinter ned til ca. 3,0 m u.t. Der blev udført supplerende GC-MS-analyse på fire jordprøver, hvor det blev vurderet, at kulbrinterne stammede fra et mineralsk olieprodukt /56-58/.

Der blev endvidere udtaget tre vandprøver fra to borer i det vestlige jordbassin til analyse for kulbrinter. Der blev konstateret totalindhold af kulbrinter over grundvandskvalitetskriteriet i alle tre borer, med indhold på mellem 43 og 360 µg/L. Indholdet på 360 µg/L blev konstateret i en boring, hvor der var blevet konstateret 7.200 mg/kg TS i en jordprøve /56-58/.

I det sydlige bassinområde blev der udført i alt fire boringer. Der blev analyseret otte jordprøver for tjærestoffer, fire jordprøver for tungmetaller og fire jordprøver for kulbrinter. Der blev ikke konstateret indhold af tjærestoffer over jordkvalitetskriterierne. Der blev konstateret indhold af bly og cadmium, der overskred jordkvalitetskriterierne med under en faktor 2 i én jordprøve (dog terrænnær). Desuden blev der konstateret indhold af kulbrinter, der overskred jordkvalitetskriterierne med op til ca. en faktor 6 i to jordprøver /58/.

Der blev endvidere udtaget to vandprøver fra to boringer i det sydlige jordbassinområde til analyse for kulbrinter. Der blev ikke konstateret indhold af kulbrinter over grundvandskvalitetskriterierne /58/.

Forureningsbillederne var, som det fremgik, ikke ens i de to bassiner, og det blev vurderet at skyldes, at bassinerne var opfyldt på forskellige tidspunkter. Det vestlige bassin, som var det mest forurenede, var blevet opfyldt før 1950, mens de sydlige bassiner var blevet opfyldt i perioden 1950-1967 /58/.

I 2006 fik Saxkjøbing Sukkerfabrik udført fem poreluftmålinger på en ikke nærmere defineret del af fabriksarealet, som var lokalplanlagt med henblik på fremtidig anvendelse til boligformål /31/. Der blev konstateret overskridelse af Miljøstyrelsens afdampningskriterium for totalindhold af kulbrinter i fire af prøverne, hvor der blev konstateret indhold på mellem 110 og 540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og i en enkelt af prøverne indhold af benzen på 0,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /31/.

I 2008 udførte Region Sjælland to poreluftundersøgelser, der i første omgang dels havde til formål at undersøge, om der kunne konstateres deponigas i jorden omkring nogle boliger og boligudstyknings, der i 2006 var blevet opført oven på det vestlige jordbassin og et opfyldt tidligere åløb og i givet fald at danne grundlag for at vurdere, om gassen udgjorde en risiko for anvendelsen af boligerne. Sekundært var formålet med målingerne at undersøge, om der var tegn på, at jorden var forurenede med flygtige stoffer som f.eks. olie /32/, /55/. Undersøgelsesområderne er skitseret på figur 5.11.

De indledende undersøgelser omfattede 20+24 poreluftmålinger. Screeningen af åløbet viste indhold af metan på op til 65 vol. % i 60 % af målingerne, mens der ved de øvrige undersøgelser blev konstateret indhold af metan i ca. 25 % af målingerne på op til 8,2 vol. % og kuldioxidindhold på op til 33 vol. % og ingen væsentligt forhøjede indhold af flygtige oliekomponenter. På baggrund af de målte indhold af metan blev der derefter udført en række yderligere undersøgelser /33-37/. Formålet med disse undersøgelser var at undersøge, om anvendelsen af det tidligere jordbassin havde medført forurening af jord, poreluft og grundvand samt at belyse indholdet af metangas og kuldioxid i poreluften i forskellige tryksituationer for også at fastlægge den tidsmæssige variation af metangasindholdet. Der blev i perioden udført i alt 13 boringer, heraf 5 filter-satte og én monteret med pejlerør samt i alt 274 gasmålinger, udført dels på poreluftsonder udendørs, dels på poreluftsonder gennem soklerne på bygningerne

og dels på de filtersatte boringer. Undersøgelsesområderne er skitseret på figur 5.11.



Figur 5.11 Del af tidligere åløb og jordbassin undersøgt i 2008-2011. Undersøgelsesområdet ved det tidligere åløb er markeret med blå /55/, mens de øvrige undersøgelsesområder er markeret med rødt /32-37/.

Ved de videregående undersøgelser blev der i flere af jordprøverne konstateret indhold af kulbrinter på op til 7.100 mg/kg TS. Indholdene blev karakteriseret som terpentin/petroleum, nedbrudt gasolie og/eller motor-/smørelie eller lign. Desuden blev der konstateret indhold af cadmium, der svagt overskred jordkvalitetskriteriet med indhold på mellem 0,51 og 0,63 mg/kg TS. Der blev ikke konstateret indhold af PAH'er over jordkvalitetskriterierne i de analyserede jordprøver.

I grundvandsprøverne blev der konstateret indhold af kulbrinter karakteriseret som terpentin/petroleum eller lign. med indhold på 30 og 260 µg/L. Endvidere blev der i flere poreluftprøver konstateret indhold af kulbrinter, herunder benzen, der overskred afdampningskriterierne med op til en faktor 880.

I én boring blev der konstateret lugt af ammoniak fra 3,5-4,6 m u.t. Indholdet af ammoniak og ammonium-N i én analyseret jordprøve fra den pågældende boring lå på 420 mg/kg.

I to af boringerne blev der observeret tegn på gasproduktion i form af boblende og sydende lyde fra ca. 3,0 og 3,5 m u.t.

Undersøgelserne viste gaskoncentrationer, der varierede betydeligt inden for kort afstand. Flere steder blev der således konstateret kraftigt forhøjede metankoncentrationer på op til 74 % (ren deponigas) og tydelige overtryk (>2.500 pa)

i filtersatte boringer, mens der andre steder på arealet ikke blev konstateret koncentrationer, der isoleret set ville kunne udgøre en risiko. De kraftigt forhøjede indhold af metan blev overvejende konstateret i de filtersatte boringer, mens der i mange af poreluftprøverne slet ikke blev konstateret indhold af metan.

Undersøgelserne viste endvidere, at koncentrationerne kunne variere meget inden for relativt korte afstande, ikke mindst i den umættede zone. Den stedlige variation blev vurderet at have været mest betydende for vurderingen af risikoen under de aktuelle forhold, mens gentagne målinger i de målestationer, hvor der var konstateret relativt høj gasindhold, bekræftede risikobilledet. Dvs. den tidlige variation var ikke så afgørende.

I målingerne udført på de ejendomme, der lå uden for det tidligere jordbassin, blev der ikke i nogen af undersøgelserne konstateret indhold af metan, men der blev dog konstateret indhold af CO₂, der kunne indikere tilstedeværelse af deponigas.

Sideløbende med ovenfor nævnte undersøgelser blev der i 2007 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse og en supplerende geoteknisk undersøgelse i området for et opfyldt åløb /59/, /60/. Der blev udført i alt to boringer og udtaget i alt fire jordprøver til analyse for kulbrinter, PAH'er og tungmetaller. Undersøgelsesområdet er skitseret på figur 5.12.



Figur 5.12 Del af opfyldt område undersøgt i 2007 /59-60/. Undersøgelsesområdet er markeret med rødt.

I den ene af boringerne blev der konstateret et totalindhold af kulbrinter på 4.300 mg/kg TS og indhold af nikkel på 39 mg/kg TS (dog terrænnært). I jordprøverne udtaget fra de dybere fyldlag blev der konstateret indhold af

benz(a)pyren på niveau med jordkvalitetskriteriet, men ingen indhold af kulbrinter eller tungmetaller over jordkvalitetskriterierne /59/, /60/.

5.6 Undersøgelse af muligvis opfyldt areal ved Maribo Sukkerfabrik

I 1993 udførte Storstrøms Amt en orienterende forureningsundersøgelse på ejendommen. Undersøgelsen omfattede dels seks olietanke og dels et maskinværksted. Undersøgelsen ved maskinværkstedet var en poreluftundersøgelse med målinger i syv punkter og forskellige dybder, i alt 12 målinger. Undersøgelsen blev udført med henblik på tilstedeværelsen af flygtige organiske opløsningsmidler, og pga. den valgte analysemetode fik man ved samme lejlighed oplysninger om indholdet af metan i prøverne.

Undersøgelsen gav ikke anledning til mistanke om forurening relateret til maskinværkstedet. I fire af sonderne blev der konstateret indhold af metan med indhold på mellem 0,03 og 1,3 %. Det fremgår ikke af det gennemgåede materiale præcis, hvor sonderne er placeret. Ved sammenligning af forskellige målebordsblade, se figur 5.13, fremgår det, at der tidligere var et vådområde øst for de oprindelige sukkerfabriksbygninger, som er blevet opfyldt i perioden mellem 1899 og 1928-1940. Jf. foto af sukkerfabrikken i bilag 2 fra 1954 var der tidligere placeret flere mindre bygninger på kanten af det opfyldte område, og det vurderes for sandsynligt, at en af disse var maskinværkstedet.



Figur 5.13 Historiske målebordsblade, 1842-1899 (tv) og 1928-1940 (th).

6. Sammenfatning af tidligere udførte undersøgelser

I det følgende er de væsentligste erfaringer fra de kendte undersøgelser omkring jordbassinernes jordstruktur og indhold af forureningskomponenter i jord, grundvand og poreluft beskrevet.

6.1 Jordstruktur

De kendte undersøgelser omfatter både deciderede jordbassiner, der har ligget uberørte hen, siden jorden i dem er sedimenteret, men også områder, der på den ene eller anden måde er blevet opfyldt delvist med sedimenteret roejord.

6.1.1 Jordbassiner

Da jorden aflejres ved naturlig sedimentation er det forventet, at det tungeste jordmateriale vil aflejres nærmest indledningen til de enkelte bassiner, mens det meget finkornede materiale findes længst ud mod afløbet fra disse. Dette er i overensstemmelse med resultaterne fra Nykøbing Falster, jf. afsnit 5.4.

I Assens viste jorden i bassinerne sig imidlertid at være forholdsvis homogen både horisontalt og vertikalt i de enkelte bassiner, jf. afsnit 5.1. Årsagen til dette blev vurderet at være, at man efter slutningen af 1980'erne begyndte at sortere alle partikler $>1,6$ mm fra inden bassinerne, og de små partikler, der blev lukket ind i bassinerne, ville holde sig svævende i vandet i længere tid og kunne nå at komme rundt i hele bassinet.

6.1.2 Opfyldte områder

På nogle lokaliteter er der også konstateret andre restprodukter fra produktionen, f.eks. slagge og kalkslam i fyldlagene, som det f.eks. var tilfældet i Stege, jf. afsnit 5.3.

Det vides ikke, om det andet fyldmateriale er tilført sideløbende med den sedimenterende roejord, om det er tilført efterfølgende til yderligere terrænregulering, eller om der evt. er tale om, at den sedimenterede roejord har været en del af et opfyldningsprojekt. Flere steder ses det ved sammeligning af historiske kort og luftfotos, at vandområder i tilknytning til sukkerfabrikkerne og saftstationerne over tid er blevet inddæmmet og opfyldt, og det er sandsynligt, at netop jorden fra jordbassinerne er blevet anvendt dertil. Dette vil medføre en mere inhomogen jordmatrix.

Det vurderes på baggrund af ovenstående, at måden hvorpå og tidspunktet for, hvornår arealerne er blevet opfyldt med roejord, har afgørende betydning for, hvilken jordstruktur man vil finde.

6.2 Jordforurening

De analyserede jordprøver fra de refererede undersøgelser er blevet analyseret for kulbrinter, tungmetaller, PAH'er og i et enkelt tilfælde ammoniak- og ammonium-N.

6.2.1 Kulbrinter

Undersøgelserne viser, at der på flere lokaliteter er konstateret forholdsvis høje indhold af kulbrinter i jordbassinerne, mens der på andre lokaliteter ikke er konstateret indhold af kulbrinter over jordkvalitetskriterierne i den sedimenterede jord.

I jordbassinerne tilknyttet Assens Sukkerfabrik blev kulbrinteindholdene langt overvejende vurderet at være af naturlig oprindelse, mens indholdene i Kolding og Saksøbing blev vurderet til at være nedbrudt gasolie og/eller motor-/smørelie eller lignende. I Saksøbing blev en del af indholdet tillige vurderet til at være terpentin/petroleum, og fraktionen C₁₀-C₂₅ udgjorde hovedparten af de påviste kulbrinter.

I beskrivelsen af procesforløbet på en sukkerfabrik, jf. afsnit 4.4, er der udpeget forskellige kilder til indhold af kulbrinter i jordbassinerne. Dels er anvendelsen af skumdæmpningsolier nævnt som en sandsynlig kilde. I nyere tid er der anvendt skumdæmpningsolier bestående af fedtsyrestere, men så sent som i 1960'erne er det oplyst, at der er anvendt olieprodukter som f.eks. petroleum. Derudover kan overfladevand fra arealerne omkring fabriksbygningerne, der også er blevet tilledt jordbassinerne, være blevet påvirket af olieprodukter, f.eks. i forbindelse med spild af olieprodukter fra virksomhedernes brændstofanlæg o.l.

På baggrund af erfaringerne fra de gennemgåede undersøgelser vurderes der at være en reel risiko for, at jordbassinerne i større eller mindre omfang er forurenet med kulbrinter.

6.2.2 Tungmetaller

Resultaterne fra Nykøbing Falster viste, at indholdet af metaller varierede en del og jo mindre kornstørrelse jo højere indhold af metaller. Dette blev vurderet at skyldes, at metaller binder bedre til små partikler (ler), og at det organiske indhold, som metallerne også bindes til, er større jo finere kornstørrelse (højere TOC-målinger).

Undersøgelserne har generelt vist, at der kan forventes svagt forhøjede indhold af tungmetallet cadmium i jordbassinerne. Indholdene har dog i alle tilfælde overskredet Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium med under en faktor 2, og der er dermed kun tale om lettere forurening.

Enkelte jordprøver har vist indhold af bly på niveau med eller lige over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium. Endvidere er der på en enkelt lokalitet konstateret indhold af bly på 290 mg/kg TS i et dybereliggende fyldlag. Det fremgår dog ikke tydeligt, om jordprøven er udtaget af bassinjord eller af jord, der er kørt til efter sukkerfabrikkens ophør.

Derudover er der på en enkelt lokalitet rapporteret et svagt forhøjet indhold af nikkel. Dette blev dog fundet i en terrænnær jordprøve, der sandsynligvis ikke er bassinjord, men tilkørt afdækningsjord.

Ingen af undersøgelserne har rapporteret indhold af andre tungmetaller (chrom, kobber, zink og kviksølv) over jordkvalitetskriterierne, dog er niveauerne generelt forhøjede i forhold til alm. dansk landbrugsjord.

De forhøjede indhold af metaller i forhold til alm. dansk landbrugsjord blev i forbindelse med undersøgelserne i Nykøbing Falster vurderet at skyldes naturligt forekommende indhold i de lerede jorder, der netop er velegnede til roedyrkning.

6.2.3 PAH'er

På enkelte lokaliteter er der konstateret indhold af benz(a)pyren i dybereliggende fyldlag, der overskrider jordkvalitetskriteriet med en faktor 2-3. Ved ingen af de øvrige undersøgelser er der konstateret indhold af PAH'er over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier i jordlag, der er vurderet at stamme fra sedimenteret roejord.

På baggrund af erfaringerne fra de gennemgåede undersøgelser samt viden om de miljøfremmede stoffer, der tilledes jordbassinerne sammen med vaskevandet, vurderes der umiddelbart ikke at være risiko for, at jordbassinerne er væsentligt forurenet med PAH'er.

6.2.4 Ammoniak og ammonium

Der er på to lokaliteter konstateret lugt af ammoniak i dybereliggende jordlag. Der er kendskab til analyse af en enkelt jordprøve for indhold af ammoniak- og ammonium-N, hvor indholdet lå på 420 mg/kg. Der er p.t. ingen jordkvalitetskriterium for indholdet af ammoniak og ammonium.

6.3 Grundvandsforurening

Grundvandsprøverne er blevet analyseret for kulbrinter og i et enkelt tilfælde for ammonium.

6.3.1 Kulbrinter

Der er konstateret kulbrinter i flere grundvandsprøver med indhold på op til 360 µg/L. Generelt er der konstateret grundvandsforurening, hvis der også er konstateret jordforurening i de filtersatte borer.

6.3.2 Ammonium

Der er på to lokaliteter konstateret lugt af ammoniak i dybereliggende jordlag. Der er kendskab til analyse af én enkelt grundvandsprøve for indhold af ammonium, hvor indholdet lå på 460 mg/L. Der er intet grundvandskvalitetskriterium for indholdet af ammonium, men til sammeligning kan der accepteres ammoniumindhold på op til 0,50 mg/L i drikkevand /40/.

6.4 Poreluftforurening og gasdannelse

I de kendte undersøgelser er der afrapporteret poreluftundersøgelser, hvor der er analyseret for olieprodukter/flygtige stoffer og specifikke gasmålinger for indhold af metan.

6.4.1 Kulbrinter

Der er fundet varierende indhold af kulbrinter i de udførte poreluftundersøgelser, hvor kilden til kulbrinteindholdene i de fleste tilfælde ikke er kendt. Det vurderes dog for sandsynligt, at der vil kunne træffes forhøjede indhold af kulbrinter i poreluften på de lokaliteter, hvor der konstateres forurening med indhold af flygtige kulbrinter i sedimentet, idet disse vil kunne give anledning til en vis afdampning.

6.4.2 Metan

Undersøgelserne fra Kolding og Sakskøbing har vist meget store variationer i metankoncentrationen inden for få meter i den umættede zone, hvor målingerne er udført med spyd. Der er på begge lokaliteter tale om aflejringer, hvor de deponerede organiske jordaflejringer i stor udstrækning ligger under grundvandspejlet, hvilket sandsynligvis har medført, at gasdannelsen primært er sket under grundvandsspejlet. Når gasdannelsen sker under grundvandsspejlet, vil vandsøjlets tryk og jordlagenes permeabilitet kunne virke som barrierer for gassen, og målingerne vil kunne vise store trykvariationer. Lokalt kan der der-

for blive opbygget betydelige overtryk, som det er observeret i Sakskøbing, hvilket kan have betydet, at gassen har kunnet transporteres væk fra de gaslommer i jorddeponiet, hvor den er dannet. Gasdannelsen vil desuden forventeligt ske med store lokale variationer, og opstigning/udslip af gas til overfladen vil derfor også forventeligt ske med meget store lokale variationer, både tidsmæssigt og rumligt. På begge lokaliteter har der endvidere været et terrænnært grundvandsspejl, og poreluftprøverne har derfor været placeret forholdsvis højt i den umættede zone, hvor ventileringen kan have været så god, at metanen ikke er målbar.

Der er også konstateret betydelige rumlige og tidsmæssige variationer i gas-koncentrationerne målt under gulv, hvor de rumlige variationer dog er vurderet at være væsentligst. De rumlige variationer er dels vurderet at være relateret til, at gasindsivningen til det kapillarbrydende lag sker via lokale lodrette transportveje (skorstene), og dels at det kapillarbrydende lag består af flere adskilte zoner, hvorved gassen ikke transporteres ud til hele det kapillarbrydende lag.

Undersøgelserne fra Kolding og Sakskøbing har vist, at mindre indhold af metan kan indikere, at der lokalt kan ske dannelse af væsentligt større metangasmængder, end man umiddelbart måtte forvente.

Det er sandsynligvis i jordbassiner eller opfyldte områder af ældre dato, at gasdannelsen vil være størst. Dette begrundes i, at den bedre frasortering af roegrønt, ukrudt o.l., som i nyere tid i stedet er blevet komposteret, givetvis har medført en reduktion af tilført organisk materiale med mindre biologisk omsætning til følge. Derudover vurderes spildevandsrensningen, der blev påbegyndt i 1990'erne, at have reduceret indholdet af organisk stof betragteligt, primært i vandfasen.

7. Strategi for undersøgelser

I det følgende er beskrevet det anbefalede indhold i en undersøgelse af et tidligere jordbassin eller et område opfyldt med sedimenteret materiale fra et jordbassin. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser og metodebeskrivelser kan bl.a. findes i /50/.

Følgende elementer anbefales at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk redegørelse
- Geologisk og hydrogeologisk beskrivelse
- Prøvetagning, felt- og laboratorieanalyser af jord, grundvand og luft
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering.

I det følgende er elementerne Historisk redegørelse, Geologisk og hydrogeologisk beskrivelse og Prøvetagning samt felt- og laboratorieanalyser beskrevet nærmere.

7.1 Historisk redegørelse

Det er vigtigt at få lavet en historisk redegørelse for det aktuelle område. Dette gøres for at kunne målrette de tekniske undersøgelser.

Den historiske redegørelse bør resultere i en detaljeret beskrivelse af følgende forhold omkring jordbassinerne/det opfyldte område:

- Udstrækningen af det opfyldte område, både horisontalt og vertikalt
- Perioden for opfyldning af området
- Oplysninger om mængder af tilført jord pr. år og/eller mængder af behandlede roer pr. år – hvis muligt
- Tilførslen, herunder arten og mængden, af miljøfremmede stoffer til området via spildevandet.

Oplysninger omkring jordbassinet/det opfyldte område kan f.eks. søges følgende steder:

- Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser
- Virksomhedens arkiver
- Fotos fra Det Kongelige Biblioteks billedsamling, Flyfotoarkivet, Arealinfo, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalthistorisk arkiv
- Interviews med lokalkendte og/eller tidligere medarbejdere.

7.2 Geologisk og hydrogeologisk beskrivelse

Gasdannelse og spredning afhænger i vid udstrækning af, hvordan den geologiske sammensætning er i området. Det er således væsentligt på forhånd at indsamle alle tilgængelige oplysninger om forventet fyldjordsmægtighed, grundvandets beliggenhed og geologi i randzonen af fyldområdet.

Oplysningerne kan søges via:

- Tidligere miljø- eller geoteknikundersøgelser på arealet
- Geologisk basisdatakort
- Landskabskort over Danmark
- Jupiter-databasen
- Arealinfo
- Grundvandskort fra regionerne
- Vandindvindingskort fra kommunerne.

7.3 Prøvetagning samt felt- og laboratorieanalyser

På baggrund af erfaringerne fra de kendte undersøgelser beskrevet i kapitel 6 og 7 vurderes der at være risiko for at træffe forurening både i jord, grundvand og poreluft, herunder risiko for gasdannelse i sedimentet, på lokaliteter med jordbassiner eller på lokaliteter, der er opfyldt med bassinjord.

7.3.1 Boringer

Det anbefales, at der til afdækning af en eventuel jordforurening udføres miljøtekniske boringer, der som minimum føres til intakte aflejringer under jordbassinet/det opfyldte område. Boringerne anbefales endvidere filtersat til efterfølgende gasmåling, således at der opnås permanente gasmålestationer. Filtrene kan etableres således, at de muliggør gasindtrængning i filterrøret under grundvandspejlet. Gassen vil herfra stige op gennem borerøret og opsamles i den del af blindrøret, der er beliggende i den umættede zone, hvorfra det er muligt at måle gasindholdet.

Placeringen af filtersætningen bør derfor nøje overvejes i forhold til grundvandets og fyldaflejringerens beliggenhed. Det kan endvidere overvejes at filtersætte boringerne i flere niveauer for at vurdere, hvor i formationen gasdannelsen sker, såfremt der er tale om fyldlag til stor dybde.

Det anbefales, at udvalgte jordprøver som minimum analyseres for kulbrinter og tungmetaller. Træffes der tegn på, at der er tilført andre fyldkomponenter end jord og plantedele, f.eks. slagge, anbefales det, at analyseprogrammet udvides med relevante parametre.

Ved konstatering af forhøjede indhold af olieprodukter i jordprøverne anbefales det, såfremt det har betydning for vurderingen af sagen, at der udføres supplerende analyser til nærmere fastlæggelse af, hvilken type olie der er tale om. Det skal i denne sammenhæng bemærkes, at analyselaboratoriet Eurofins har oplyst, at fedtsyrestere, der i nyere tid er anvendt som skumdæmpningsolier, vil blive registreret ved en almindelig GC-FID-analyse og sandsynligvis vil være beliggende i samme område som dieselolie, der kan have været anvendt førhen.

Til vurdering af potentialet for gasdannelse anbefales det at udvælge enkelte prøver fra hver boring til bestemmelse af indholdet af organisk materiale.

Gasmåling på filtersatte boringer monteret med prop med kobling til gasmåling har generelt vist høje indhold af metan og/eller kuldioxid og i flere tilfælde høje overtryk. Filtersatte boringer vurderes derfor velegnede til at vurdere potentialet for, at der sker en gasdannelse i jorddepotet.

Det anbefales, at der i felten foretages gasmålinger for indhold af metan, kuldioxid og ilt samt måles differenstryk på de filtersatte boringer. Endvidere kan der evt. udføres kontinuerede gasmålinger og trykmålinger over en periode via en datalogger koblet til gas- og differenstrykmåleinstrumentet.

Ved mistanke om gas bør der medbringes et eksplosiometer (gasetektor), således at der kan foretages en vurdering af eksplosionsfare i forbindelse med arbejdets udførelse, og der dermed kan tages de nødvendige arbejdsmiljømæssige forholdsregler.

7.3.2 Poreluftmålinger

Erfaringerne har vist, at koncentrationerne af metan kan variere meget inden for relativt korte afstande, ikke mindst i den umættede zone. Desuden har det vist sig, at der i de organiske aflejringer kan være gaslommer, der ikke umiddelbart kan måles via spyd monteret i den umættede zone. Almindelige poreluftmålinger udført terrænnært med spyd vurderes derfor ikke at give en tilstrækkelig god vished for, om sedimentet er gasdannende, men kan være et godt supplement til filtersatte boringer. I forbindelse med etableringen af gasmålingerne bør det overvejes at udføre målinger i forskellig dybde i den umættede zone af fyldlaget.

Endvidere har erfaringerne vist, at der også er konstateret betydelige rumlige og tidsmæssige variationer i gaskoncentrationerne målt under gulv, hvor de rumlige variationer dog er vurderet at være væsentligst. De rumlige variationer er dels vurderet at være relateret til, at gasindsivningen til det kapillarbrydende lag sker via lokale transportveje (skorstene), og dels at det kapillarbrydende lag kan bestå af flere adskilte zoner, hvorved gassen ikke transporteres ud til hele det kapillarbrydende lag. Det anbefales, at der altid udføres målinger under gulv i bygninger beliggende inden for risikoområdet, og at poreluftprøverne placeres

med en sådan tæthed, at alle adskilte zoner under gulvene som minimum er af-dækket.

Det anbefales, at der i felten foretages gasmålinger for indhold af metan, kuldioxid og ilt på poreluftsonder, og at der ligeledes som minimum udføres akkrediterede laboratorieanalyser for indhold af kulbrinter, herunder BTEX.

7.3.3 Indeklimamålinger

For at identificere potentielle spredningsveje anbefales det, at der udarbejdes en byggeteknisk gennemgang samt evt. udføres en sporgasundersøgelse til vurdering af indtrængningsveje fra jordmatricen til indeklimaet. Især kloakker og andre rørgennemføringer fra jord ind til bygningen bør registreres og vurderes.

Idet lossepladsgasser kan medføre kvælning, og gasblandingen under visse omstændigheder kan være eksplosionsfarlig, anbefales det, at der etableres gasalarmer, såfremt det på baggrund af undersøgelserne ikke kan afvises, at gasdannelsen udgør en risiko.

Der skal ved etablering af gasalarmer være opmærksomhed på, at metan er en let gasart, hvor koncentrationerne typisk vil være højest under loftet, mens kuldioxid er en relativt tung gasart, hvor koncentrationerne vil være højest i gulvniveau. Erfaringerne med specielt kuldioxid-alarmerne er, at der risikeres falske alarmer, hvilket kan være til gene for beboerne, f.eks. i forbindelse med at mange mennesker er samlet i et rum, eller hvis der afbrændes stearinlys og lignende.

8. Perspektivering til lignende brancher

Det er umiddelbart forventet, at sukkerfabrikkernes problematik omkring bortskaffelse af jord m.v. også i et eller andet ukendt omfang vil kunne findes inden for andre brancher, der forarbejder rodfrugter.

Af rodfrugter fra lignende brancher kan nævnes:

- Kartoffler
- Jordskokker
- Gulerødder
- Persillerødder
- Cikorierødder
- Selleri
- Pastinakker
- Rødbeder.

I rapporten Projekt Rene Roer er der taget kontakt til Kartoffelmelscentralen KMC for at samle erfaringer fra kartoffelindustriens rensning både før og på fabrikken samt dens erfaringer med udsprøjtning af overskudsvand /49/.

KMC's procesforløb fra mark til snitning af råmaterialet viste sig at have samme tekniske forløb, samme krav til renhed før snitning og samme problematik med hensyn til miljøbelastningen som DDS.

Umiddelbart inden midlertidig lagring i fabrikkens depot ledes kartoflerne gennem en tørrenser, hvor ca. 80 % af jordmængden udskilles. Den frarensede jord køres tilbage til den tilknyttede gård, hvor den løbende spredes ud på markerne. Hver kartoffelmelsfabrik har desuden tilladelse til udsprøjtning af vaskevand og fordeling af jord fra vask af kartofler i processen på de marker, der hører til fabrikken.

Forskellen fra sukkerfabrikkerne til kartoffelmelsfabrikkerne er dog, at jorden kun bundfælder i bassiner på fabrikken i typisk to døgn, før den løbende udsprede på markerne. Endvidere er der ikke meget ukrudt med i læssene fra dyrkerne. Jordprocenten for kartofler ligger normalt i området 4-8 % for henholdsvis sandjorde og lerjorde.

I forbindelse med nærværende branchebeskrivelse er der taget kontakt til Lammefjordens Grøntsagslaug med henblik på at fremskaffe viden om branchens rensning af grøntsager og bortskaffelsen af vaskevandet /51/. Lammefjordens Grøntsagslaug oplyser, at de ind imellem har jord, der skal bortskaffes, specielt på gulerodsvaskerierne. Jordprocenten på gulerødder afhænger helt af

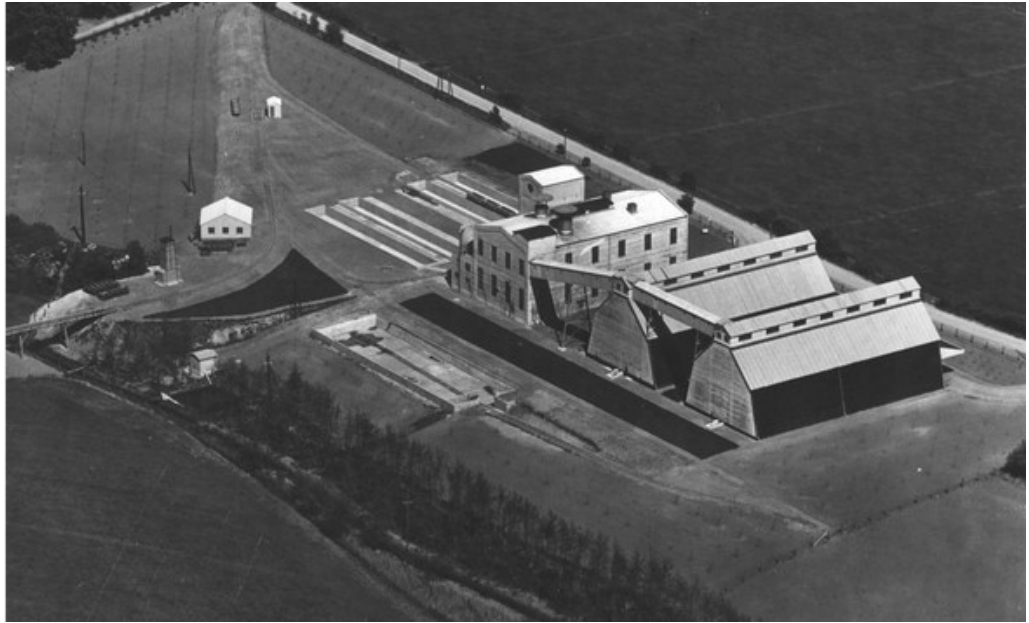
det aktuelle år og varierer fra 0-10 %, oftest nede i den lave ende. Dette skyldes ifølge Lammefjordens Grøntsagslaug, at gulerødder optages i toppen, og der derfor ikke er megen jord med /51/. Derudover er der en dobbelt rullerenser på bufferen til gulerødder, så det er derfor minimalt med jord, der kommer i vaskeren.

Kartofler dyrkes på lettere jord, og der er rystere på optagerne, så næsten al jord rystes fra inden kartoflerne kommer i kassen. Jordprocenten her er lav under 3-5 % /51/. Den primære del af den jord, der skal bortskaffes fra gulerodsvaskerierne, er tør, og jorden køres tilbage på markerne /51/.

Gulerodsvaskerierne har et lille bassin til den jord, der kommer i vaskeren. Herfra går jorden typisk enten med i rensningsanlægget, eller graves op med en rendegraver og lægges ud over den tørre jord, og spredes med ud på markerne /51/.

Ud fra de relativt sparsomt indhentede erfaringer fra kartoffelmelsfabrikker samt kartoffel- og gulerodsvaskerier er der ikke noget, der tyder på, at der har foregået større deponeringer af jord i forbindelse med rensningen af grøntsagerne inden for disse brancher.

En branche, der dog kunne være interessant at se nærmere på, er cikoriëtørrerierne. På cikoriëtørrerierne blev der fremstillet et kaffeerstatningsprodukt, og fabrikkerne havde deres storhedstid, da der var kafferationering i mellemkrigsårene og i årene under og efter 2. Verdenskrig /54/. Som det fremgår af skråfotoet fra ca. 1938 på figur 8.1 og luftfotoet fra 1954 på figur 8.2 ligner et cikoriëtørreri til forveksling en saftstation med dets svømmerender nord for fabrikken og dets jordbassiner mod nordvest.



Figur 8.1 Cikorietørreriet på Basnæs, ca. 1938 /52/.



Figur 8.2 Cikorietørrieriet på Basnæs, 1954 /53/.

I bogen "Roer på skinner" er det beskrevet, at der har været mindst 19 cikorie-tørrierier og -fabrikker under A/S De danske Cikoriefabrikker og derudover en del selvstændige tørrierier /54/.

9. Referenceliste

- /1/ Koldingbogen 1991, Saftstationen i Kolding, H. C. Ervald, 1999.
- /2/ Artikel, Nykøbing F. Sukkerfabrik.
- /3/ Dansk industri. Sukkerfabrikkerne. Roer i lange baner. Hanne Christensen, 2007.
- /4/ Revision af miljøgodkendelser efter miljøbeskyttelseslovens kap. 5. Danisco Sugar Assens, november 2005.
- /5/ Region Sjælland. Saxkjøbing Sukkerfabrik. Historisk redegørelse for delareal vest for fabrikken. COWI. November 2007.
- /6/ Saxkjøbing Sukkerfabrik. Godkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kap. 5, september 1988.
- /7/ Notat vedr. den miljømæssige afvikling af Assens Sukkerfabrik, udarbejdet af DuPont Nutrition Biosciences ApS 2006.
- /8/ Miljøteknisk beskrivelse for Danisco Sugar. Gørlev Sukkerfabrik, 1997.
- /9/ Erik Jensen. Svundne tider. En beretning fra perioden 1940-1956 - fra saftstationen i Græshave. Støtteforeningen for Danmarks Sukkermuseum, 2008.
- /10/ Slutbehandling af affald i små- og ø-samfund. EU's skærpede krav til deponering og mulige omlægninger af affaldsbehandlingen som konsekvens heraf, TemaNord 2000:507, Nordisk Ministerråd, København 2000.
- /11/ <http://www.naturgasfakta.dk>.
- /12/ <http://www.virk-info.dk/Virk-D/Danisco/-Danske%20Sukkerfabrikker.htm>.
- /13/ Nakskov Lokalhistoriske Arkiv.
- /14/ Nakskov Sukkerfabrik. Godkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kap. 5. 1991.
- /15/ Foto fra De Danske Sukkerfabrikkers arkiver.

- /16/ Fabrikken Lolland. Højbygård Sukker- og Papirfabrik, Holeby. For-
eningen Forskergruppen Støvmiderne. 2009.
- /17/ Danisco Sugar – Assens Sukkerfabrik. Forundersøgelser af jord fra
jordbassiner. 2004.
- /18/ Kolding Kommune. Metangasundersøgelse. Kolding Åpark 5, 6000
Kolding. Dansk Miljørådgivning A/S. 4. november 2011.
- /19/ Danisco A/S De Danske Sukkerfabrikker. Stege Sukkerfabrik. Under-
søgelse af forurening ved tankanlæg. COWIconult. Oktober 1990.
- /20/ Danisco A/S De Danske Sukkerfabrikker A/S. Supplerende undersø-
gelse af forurening ved tørreri. Stege Sukkerfabrik. COWIconult. Juni
1991.
- /21/ Tilsynsrapport – grundvandskontoret. Stege tidl. sukkerfabrik (365-
32). 27. november 1996.
- /22/ Møn, Stege ferieboliger. Forureningsundersøgelse. Moe & Brøds-
gaard. 20. februar 2006.
- /23/ Miljøbo A/S. Stege Havn Ferieboliger. ”Kulgrunden”, Kostervej 2-4,
4780 Stege. Forklassificering af jord og graveplan. Moe & Brøds-
gaard. Juni 2006.
- /24/ Møn Kommune. Stege Havn Ferieboliger. ”Kulgrunden”, Kostervej 2-
4, 4780 Stege. Afgrænsende forureningsundersøgelser. Moe & Brøds-
gaard. November 2006.
- /25/ Møn Kommune. Stege Havn Ferieboliger. ”Kulgrunden”, Kostervej 2-
4, 4780 Stege. Poreluftundersøgelser. Moe & Brødsgaard. November
2006.
- /26/ Vordingborg Kommune. Stege Havn Ferieboliger. ”Kulgrunden”, Ko-
stervej 2-4, 4780 Stege. Rapportering af jordhåndtering. Moe &
Brødsgaard. Maj 2008.
- /27/ Arkitektfirmaet Lykke & Nielsen ApS. Forureningsundersøgelser i
forbindelse med opførelse af bygning. Sukkerfabrikken, Kostervej 2,
Stege. Skude & Jacobsen A/S. Juni 2010.
- /28/ Miljøgodkendelse. Danisco Sugar Nykøbing. Forsøg med genbrug af
roejord på areal på Hasselø Nor. Storstrøms Amt. 15. marts 2004.

- /29/ Revideret miljøgodkendelse. Danisco Sugar Nykøbing. Depoter til roejord. Hasselø Nor. Storstrøms Amt. 6. december 2006.
- /30/ Danisco A/S De Danske Sukkerfabrikker. Miljøteknisk undersøgelse af olie- og benzinanlæg på Sakskøbing Sukkerfabrik. COWIconsult. Maj 1991.
- /31/ Sakskøbing Sukkerfabrik: Poreluftmålinger på udstykninger. Indeklimavurdering i fremtidige boliger. COWI A/S 24. august 2006.
- /32/ Region Sjælland. Poreluftmålinger – Sukkervænget, Sakskøbing. Orienterende poreluftundersøgelse. COWI A/S. 2008.
- /33/ Region Sjælland. Forureningsundersøgelse, 387-1090, Sukkervænget 3 og 5, 4990 Sakskøbing. Dansk Miljørådgivning A/S. Juli 2009.
- /34/ Region Sjælland. Forureningsundersøgelse, 387-1090, Sukkervænget 9, 4990 Sakskøbing. Dansk Miljørådgivning A/S. Juli 2009.
- /35/ Region Sjælland. Videregående forureningsundersøgelse, 387-1090, Sukkervænget 9, 4990 Sakskøbing. Dansk Miljørådgivning A/S. Februar 2010.
- /36/ Region Sjælland. Videregående forureningsundersøgelse, 387-1090, Sukkervænget 2, 3 og 5 samt Saxes Allé 123 og 125, 4990 Sakskøbing. Dansk Miljørådgivning A/S. April 2010.
- /37/ Region Sjælland. Videregående forureningsundersøgelse, 387-1090, Sukkervænget 2, 3 og Saxes Allé 123 og 125, 4990 Sakskøbing. Dansk Miljørådgivning A/S. Oktober 2011.
- /38/ Kolding Kommune. Geoteknisk rapport nr. 1. Industriareal og vej mellem Kolding Å og Skamlingvej, Kolding. HD Geoconsult. 4. februar 1981.
- /39/ Kolding Spildevand A/S. Metangasundersøgelse. Kolding Åpark 3, 6000 Kolding. Dansk Miljørådgivning A/S. 21. februar 2012.
- /40/ BEK 1024 af 31/10/2011. Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.
- /41/ Storstrøms Amt. Uddrag fra orienterende forureningsundersøgelse udført på tidl. Maribo Sukkerfabrik. Skude & Jacobsen A/S. 1993. Miljøstyrelsen 1993. Arbejdsrapport nr. 69, 1993, Lossepladsgas.

- /43/ Storstrøms Amt. Nykøbing F. Sukkerfabrik. Godkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kap. 5. Februar 1991.
- /44/ Storstrøms Amt. Danisco Sugar Nykøbing. Tillæg til miljøgodkendelse. Miljøgodkendelse til forøgelse af produktionen. 18. december 2006.
- /45/ Storstrøms Amt. Miljøgodkendelse af roedepot på Nykøbing F. Sukkerfabrik. 4. marts 1992.
- /46/ Storstrøms Amt. Danisco Sugar, Nykøbing Sukkerfabrik. Miljøgodkendelse. Ansøgning om udledning af spildevand, udvidelse af produktionen og nye vilkår til virksomhedens lugtbidrag. 12. september 2000.
- /47/ Miljøministeriet. Miljøcenter Roskilde. Miljøgodkendelse - vilkårsændring. Nordic Sugar Nakskov. 24. juni 2009.
- /48/ Storstrøms Amt. Revideret miljøgodkendelse. Danisco Sugar Nykøbing. Depoter til roejord. Hasselø Nor. 6. december 2006.
- /49/ Renere teknologi i sukkerindustrien: Projekt Rene Roer. Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, 1994.
- /50/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998. Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind.
- /51/ Oplysninger fra Peter Thane v/ Lammefjordens Grøntsagslaug. 13. november 2012.
- /52/ www.slagelseleksikon.dk
- /53/ <http://kort.arealinfo.dk/>
- /54/ Johan Poulsen. Roer på skinner. Jernbanernes rolle i dansk sukkerproduktion. Banebøger, 2008.
- /55/ Region Sjælland. Poreluftscrening ved tidligere åløb, 2008.
- /56/ Storstrøms Amt. Indledende forureningsundersøgelse U.01. Saxkjøbing Sukkerfabrik. Nykøbingvej 76, 4990 Sakskøbing. Lokalitet nr. 387-0041. Lyngkilde a/s. 2005.
- /57/ Storstrøms Amt. Forureningsundersøgelse. Saxkjøbing Sukkerfabrik. Nykøbingvej 76, 4990 Sakskøbing. Lokalitet nr. 387-0041. Lyngkilde a/s. 2005.

- /58/ Storstrøms Amt. Supplerende undersøgelse. Saxkjøbing Sukkerfabrik. Nykøbingvej 76, 4990 Sakskøbing. Lokalitet nr. 387-0041. Lyngkilde a/s. 2006.
- /59/ Tommy Ptak. Orienterende geoteknisk undersøgelse for nyt parcelhus, Del 5 af matr. nr. 10c, Sukkervænget, 4990 Sakskøbing. 2007.
- /60/ Tommy Ptak. Supplerende geoteknisk undersøgelse for nyt parcelhus, Del 5 af matr. nr. 10c, Sukkervænget, 4990 Sakskøbing. 2007.

Bilag 1

Adresser, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Syddanmark

Assens Sukkerfabrik

Fabrikken Rådhus Allé 25 (Skovvej 2), 5610 Assens (Assens)
154a, 154r, 154y, 157c og 270 Assens Markjorder

Jordbassinerne Gammel Torø Huse Vej 11, Assens
89i Assens Markjorder

Haarby Saftstation

Fabrikken Postvænget 2 og 2A, 5683 Haarby (Assens)
16a og 16dv Haarby By, Haarby

Jordbassinerne Ukendt. Ses ikke umiddelbart i nærheden af fabrikken på luftfoto fra
1954. (muligvis 67i og 67v eller 2p Haarby By, Haarby)

Salbrovad Saftstation

Fabrikken Salbrovad 47, Sandager, 5610 Assens (Assens)
4d Tårup By, Barløse

Jordbassinerne Salbrovad 2, Smejrup, 5610 Assens
2n Tårup By, Barløse

Uglebjerg Saftstation

Fabrikken Bogensevej 149, 5620 Glamsbjerg (Assens)
9t Ørsted By, Ørsted

Jordbassinerne Ukendt. Ses ikke på luftfoto fra 1954.
(muligvis 13g Vedtofte By, Vedtofte, 8x og 9l Ørsted By, Ørsted)

Kolding Saftstation

Fabrikken Kolding Åpark 6 (Østerbrogade), 6000 Kolding (Kolding)
12lø Kolding Markjorder 1.Afd.

Jordbassinerne Koldning Åpark og Skamlingvejen, Kolding
12mb, 12mc m.fl., 17a og 17g Kolding Markjorder 1.Afd.

Odense Sukkerfabrik

Fabrikken Roersvej 33 (Vesterbro 132), 5000 Odense C (Odense)
1aco Vestermarken, Odense Jorder (primære del)

Jordbassinerne Grønløkkevej 3, 4 og 6B og Roersvej 37, Odense
1acq, 1act, 1acy, og 1aea Vestermarken, Odense Jorder

Bilag 1

Adresser, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Sjælland

Gørlev Sukkerfabrik

Fabrikken Algade 2, 4281 Gørlev (Kalundborg)
5a m.fl. Gørlev By, Gørlev

Jordbassinerne 8u m.fl. Rye By, Gørlev (Rye Mose)

Stege Sukkerfabrik

Fabrikken Kostervej 2-4, Lendemark, 4780 Stege (Vordingborg)
6a Lendemarke, Stege

Jordbassinerne Kostervej 2, Strandvej 21 og Støvvasen 10, Lendemark
6a, 6bk og 6bu Lendemarke, Stege Jorder

Damme Saftstation

Fabrikken Fanefjord Kirkevej 35, Damme, 4792 Askeby (Vordingborg)
13c Vollerup By, Fanefjord

Jordbassinerne Ukendt - muligvis samme matrikel som fabrikken

Damsholte Saftstation

Fabrikken Portnervej 5, Ebbelnæs, 4780 Stege (Vordingborg)
1be Marienborg Hgd., Damsholte

Jordbassinerne Ukendt – muligvis Gammelsøvej 1 og Portnervej 5, Ebbelnæs, 4780
Stege
1bb og 1 be Marienborg Hgd., Damsholte

Pollerup Saftstation

Fabrikken Enghaven 4, Pollerup, 4780 Stege (Vordingborg)
34r Pollerup By, Keldby

Jordbassinerne Ukendt – ældste tilgængelige luftfoto er fra 1954, 18 år efter
saftstationens lukning

Holme Saftstation

Fabrikken Liselundvej 1, 4791 Borre (Vordingborg)
15b Borre By, Borre

Jordbassinerne Liselundvej 1 og Klintevej, Borre
15a, 15b og 15c Borre By, Borre

Mern Saftstation

Fabrikken Gl. Præstøvej 9H, 4735 Mern (Vordingborg)
3v Sdr. Mern By, Mern

Jordbassinerne Gl. Præstøvej 9H og Hestetofte 1A, 4735 Mern
3v og 3y Sdr. Mern By, Mern

Nykøbing Falster Sukkerfabrik

Fabrikken Østerbrogade 2A, 4800 Nykøbing Falster (Guldborgsund)
648a Nykøbing Falster Bygrunde

Jordbassinerne 1954: 648d, 648e, 648g Nykøbing Falster Bygrunde
2012: 1c og 1ø Hasselø Inddæmning, Nykøbing F. og 1d Brændte Ege,
Nykøbing F.

Saxkjøbing Sukkerfabrik

Fabrikken Nykøbingvej 76D, 4990 Saksjøbing (Guldborgsund)
17c Rørbæk By, Saksjøbing

Jordbassinerne 10c, 10k-10æ Rørbæk By, Saksjøbing, 138aæ og 147a Saksjøbing
Markjorder

Maribo Sukkerfabrik

Fabrikken Kidnakken 4 og 12 (Kidnakken 1), 4930 Maribo (Lolland)
45e, 45bg og 45bv Maribo Markjorder

Jordbassinerne 1c Hillested By, Hillested og 71a, 222b Maribo Markjorder

Stokkemærke Saftstation

Fabrikken Vestre Landevej 249, 4952 Stokkemærke (Lolland)
1f Stokkemærke By, Stokkemærke

Jordbassinet 1f Stokkemærke By, Stokkemærke

Højbygård Sukkerfabrik

Fabrikken Fabriksvej 2, 4960 Holeby (Lolland)
22c Torslunde By, Torslunde

Jordbassinerne 12e Holeby By, Holeby

Nakskov Sukkerfabrik

Fabrikken Tietgensvej 1, 4900 Nakskov (Lolland)
779a Nakskov Bygrunde

Jordbassinerne 1954: 40 Nakskov Markjorder
Før 1980: 1e Fredsholm Hgd., Vesterskov; 1i, 1k og 2 Savnsø Vig,
Vestenskov

Græshave Saftstation

Fabrikken Græshavevej 54, Græshave, 4983 Dannemare (Lolland)
8b Græshave By, Græshave

Jordbassinet 8b Græshave By, Græshave

Horslunde Saftstation

Fabrikken Nordlundevej 6B, 4913 Horslunde (Lolland)
6x Horslunde By, Horslunde

Jordbassinet 6f og 6x Horslunde By, Horslunde

Majbølle Saftstation

Fabrikken Rudbjergvej 16B, Majbølle, 4983 Dannemare (Lolland)
1c Majbølle By, Tillitse

Jordbassinet 1c Majbølle By, Tillitse

Vesterborg Saftstation

Fabrikken Vesterborgvej 49, 4953 Vesterborg (Lolland)
7r Vesterborg By, Vesterborg

Jordbassinerne Kragemosevej 2, 4953 Vesterborg
7b Vesterborg By, Vesterborg

Fotos, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Syddanmark

Assens Sukkerfabrik



Assens Sukkerfabrik ca. 1895 /a/.



Assens Sukkerfabrik 1954 /c/.



Assens Sukkerfabrik 1955.



Assens Sukkerfabrik 1968-1972 /b/.



Assens Sukkerfabrik 1999 /c/.



Assens Sukkerfabrik 2010 /c/.

Haarby Saftstation



Haarby Saftstation 1950 /d/.



Haarby Saftstation 1954 og muligt område for jordbassiner /c/.



Haarby Saftstation 1954 /c/.



Haarby Saftstation 2010 /c/.

Salbrovad Saftstation



Salbrovad Saftstation 1951 /d/.



Salbrovad Saftstation 1954 /c/.



Salbrovad Saftstation 2010 /c/.

Uglebjerg Saftstation



Uglebjerg Saftstation 1954 /c/.

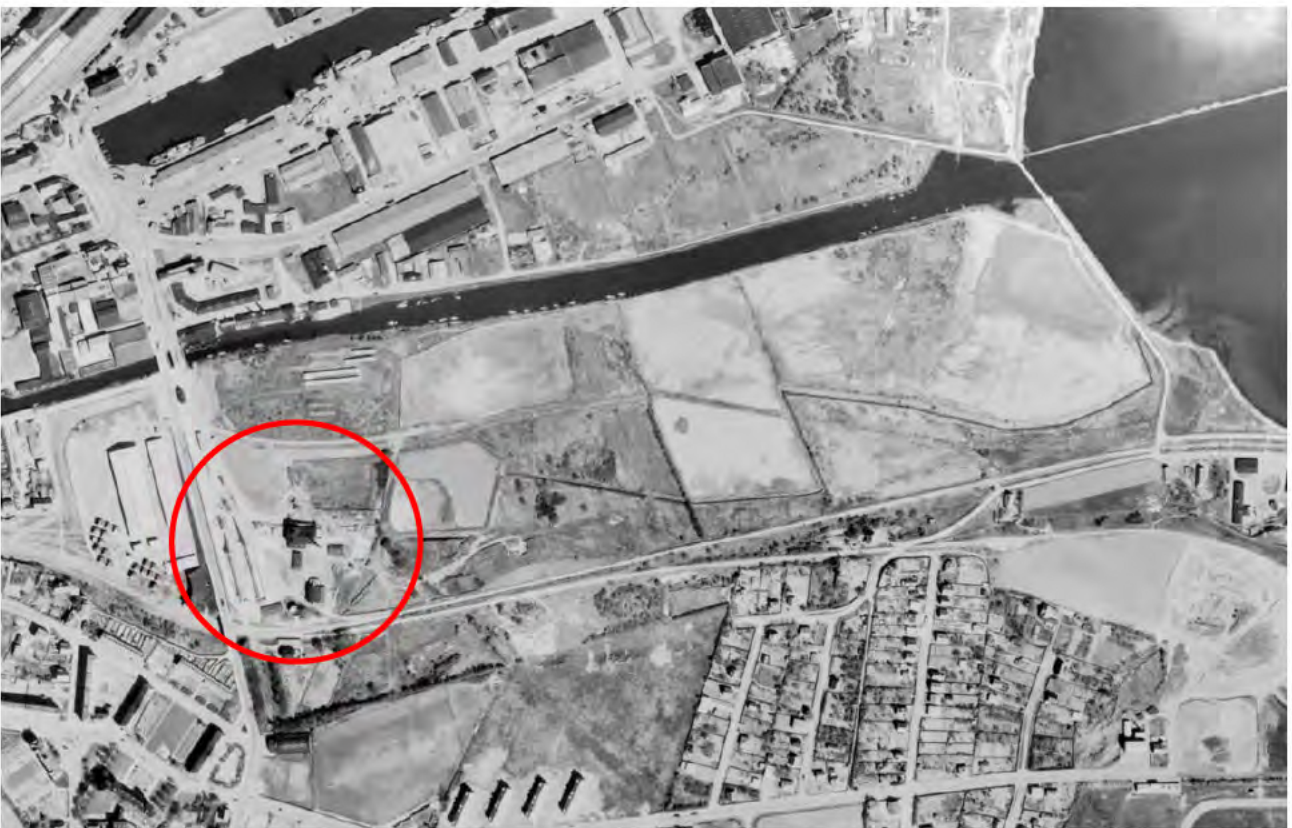


Uglebjerg Saftstation 2010 /c/.

Kolding Saftstation



Kolding Saftstation 1957 /e/.



Kolding Saftstation 1954 /c/.



Kolding Saftstation 1964-1968 /d/.



Kolding Saftstation 2010 /c/.

Odense Sukkerfabrik



Odense Sukkerfabrik 1939 /d/.



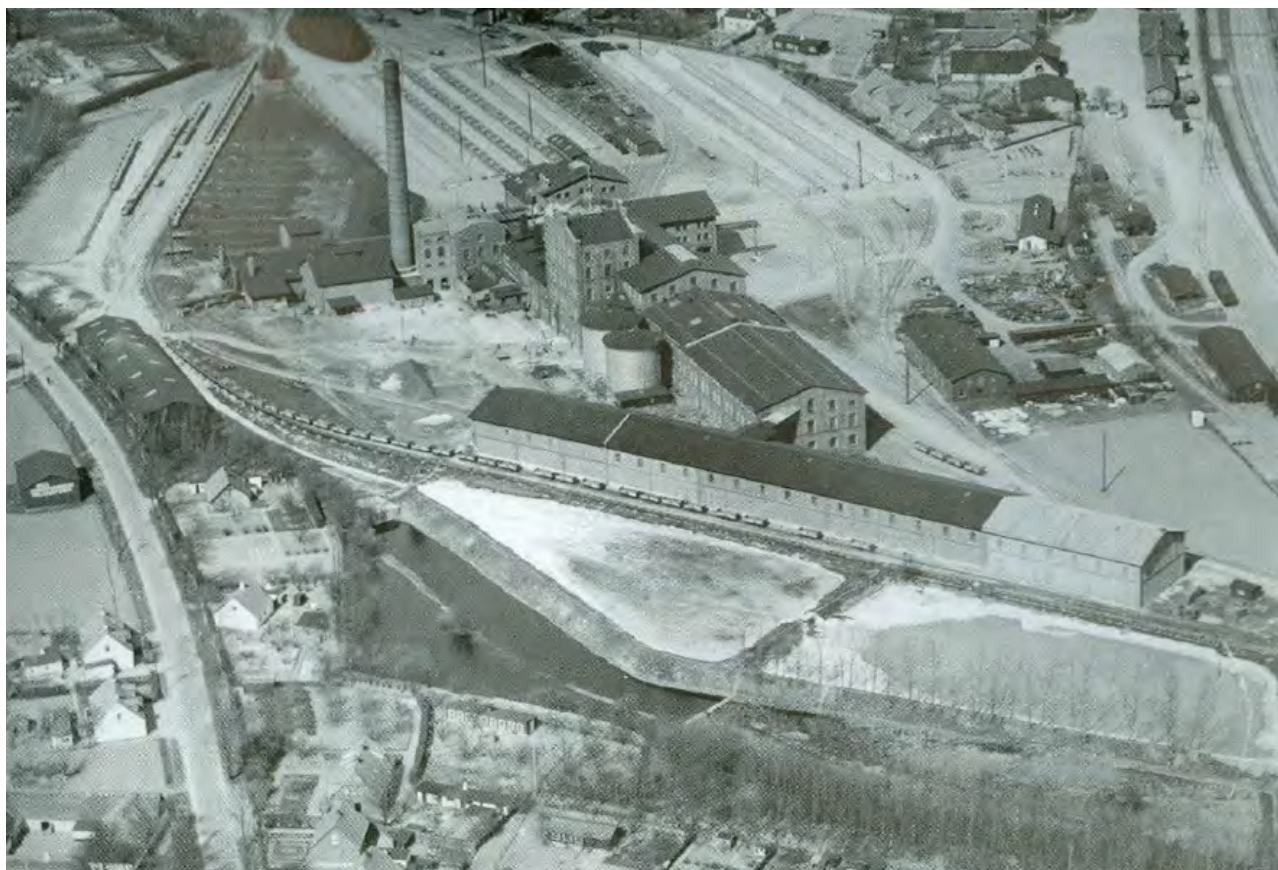
Odense Sukkerfabrik 1954 /c/.



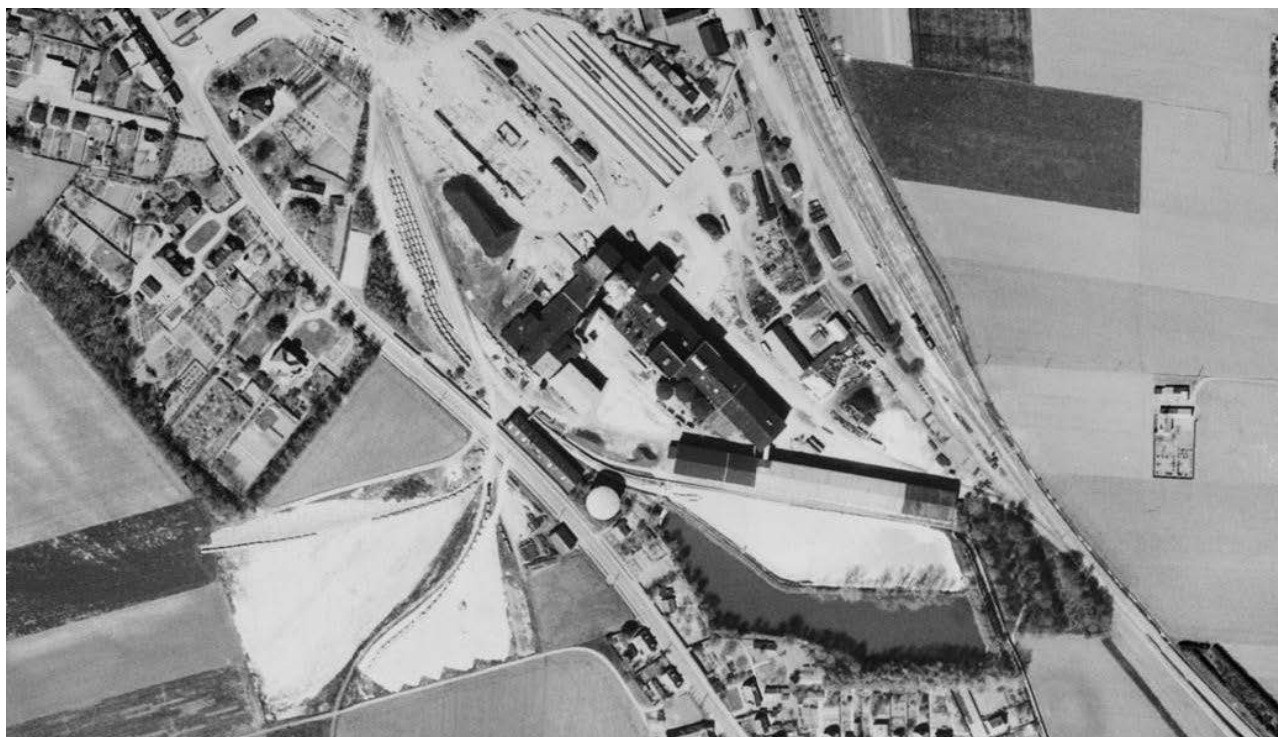
Odense Sukkerfabrik 2010 /c/.

Fotos, sukkerfabrikker og saftstationer i Region Sjælland

Gørlev Sukkerfabrik



Gørlev Sukkerfabrik før 1954 /f/.



Gørlev Sukkerfabrik 1954 /c/.



Gørlev Sukkerfabrik 1999 /c/.



Gørlev Sukkerfabrik 2010 /c/.



Gørlev Sukkerfabriks jordbassiner 1954 /c/.



Gørlev Sukkerfabriks jordbassiner 1999 /c/.



Gørlev Sukkerfabriks jordbassiner 2010 /c/.

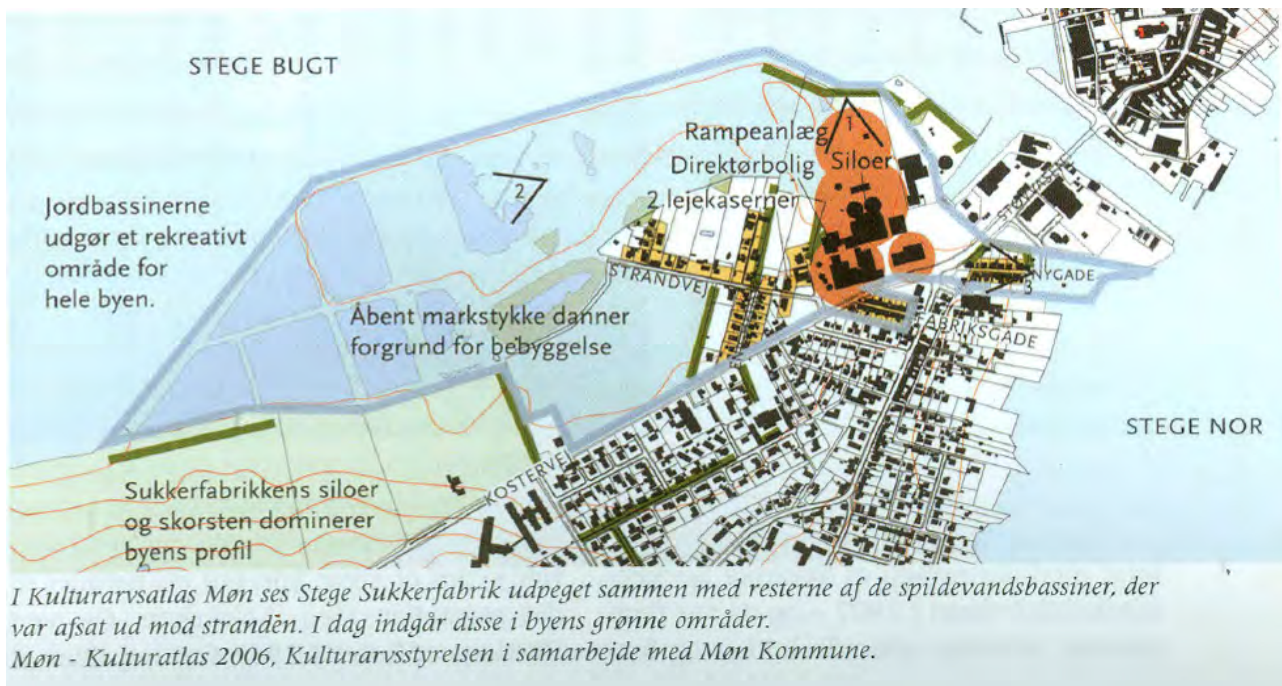
Stege Sukkerfabrik



Stege Sukkerfabrik 1954 /c/.



Stege Sukkerfabrik 1999 /c/.



Stege Sukkerfabrik 2010 /c/.

Damme Saftstation



Damme Saftstation 1954 /c/.



Damme Saftstation 2010 /c/.

Damsholte Saftstation



Damsholte Saftstation 1954 /c/.



Damsholte Saftstation 2010 /c/.

Pollerup Saftstation



Pollerup Saftstation 1954 /c/.



Pollerup Saftstation 2010 /c/.

Holme Saftstation

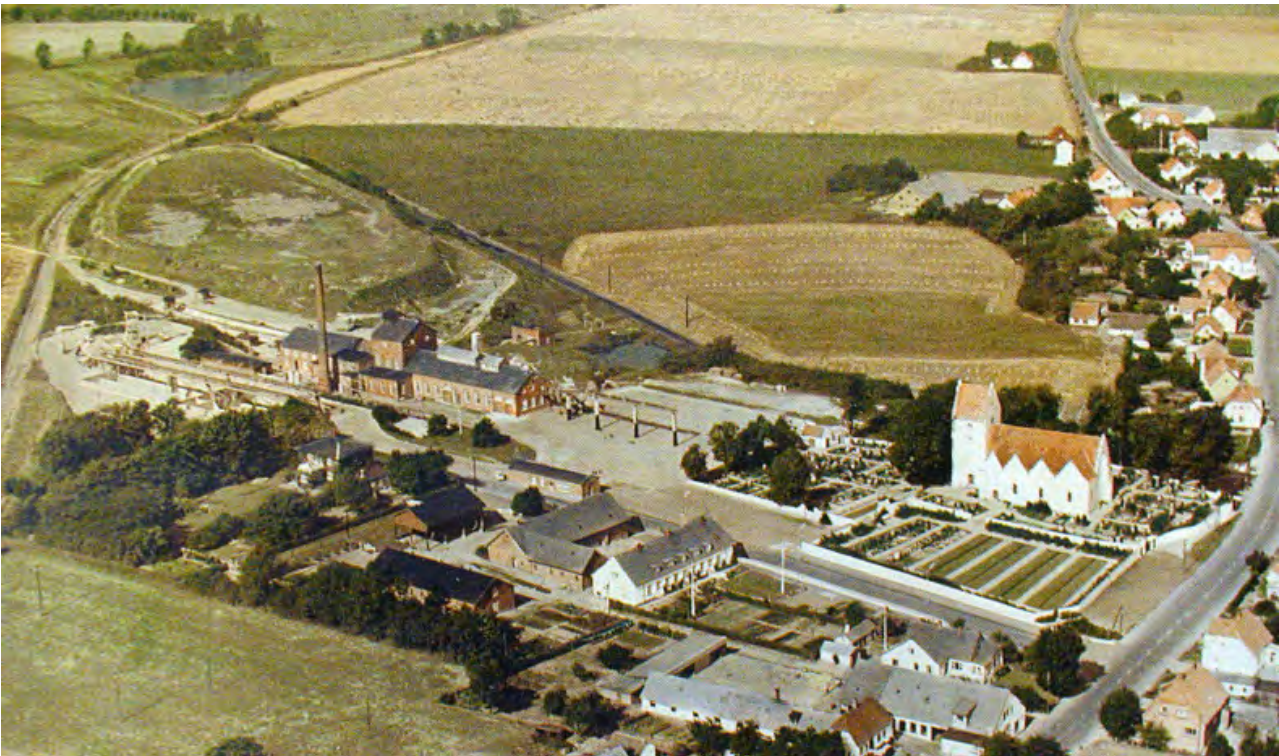


Holme Saftstation 1954 /c/.



Holme Saftstation 2010 /c/.

Mern Saftstation



Mern Saftstation ca. 1955.



Mern Saftstation 1954 /c/.



Mern Saftstation 2010 /c/.

Nykøbing Falster Sukkerfabrik



Nykøbing Falster Sukkerfabrik 1954 /c/.



Nykøbing Falster Sukkerfabrik ca. 1970.



Nykøbing Falster Sukkerfabrik 2010 /c/.



Nykøbing Falster Sukkerfabriks jordbassiner 1999 /c/.



Nykøbing Falster Sukkerfabriks jordbassiner 2010 /c/.

Saxkjøbing Sukkerfabrik



Saxkjøbing Sukkerfabrik 1954 /c/.



Saxkjøbing Sukkerfabrik før 1967 /g/.



Saxkjøbing Sukkerfabrik 1967 //.



Saxkjøbing Sukkerfabrik 1999 /c/.



Saxkjøbing Sukkerfabrik 2010 /c/.

Maribo Sukkerfabrik



Maribo Sukkerfabrik ca. 1908 /h/.



Maribo Sukkerfabrik 1958 /g/.

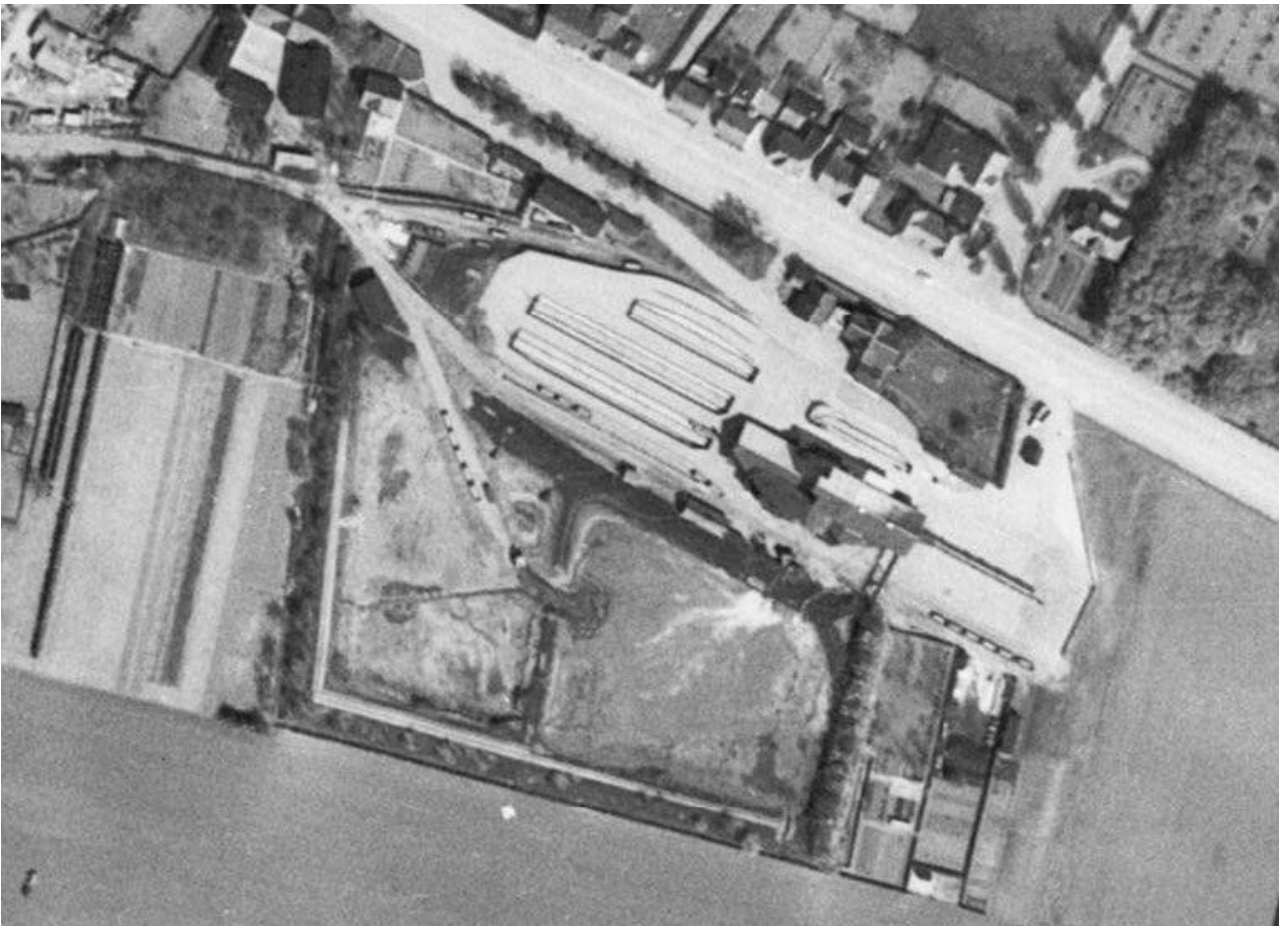


Maribo Sukkerfabrik 1954 /c/.



Maribo Sukkerfabrik 2010 /c/.

Stokkemarke Saftstation



Stokkemarke saftstation 1954 /c/.



Stokkemarke saftstation 2010 /c/.

Højbygaard Sukkerfabrik, Holeby



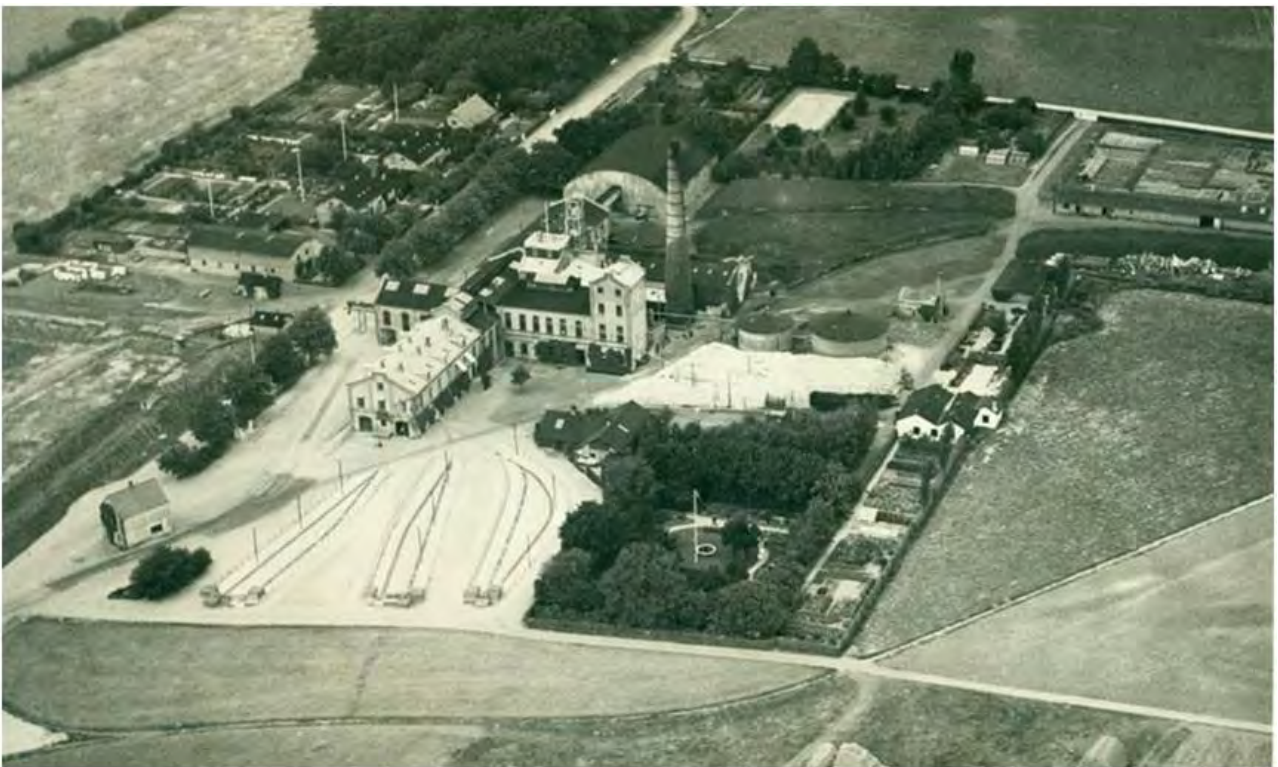
Højbygaard Sukkerfabrik 1949 /i/.



Højbygaard Sukkerfabrik 1954 /c/.



Højbygaard Sukkerfabrik 1958 /i/.



Højbygaard Sukkerfabrik før 1948 /g/.

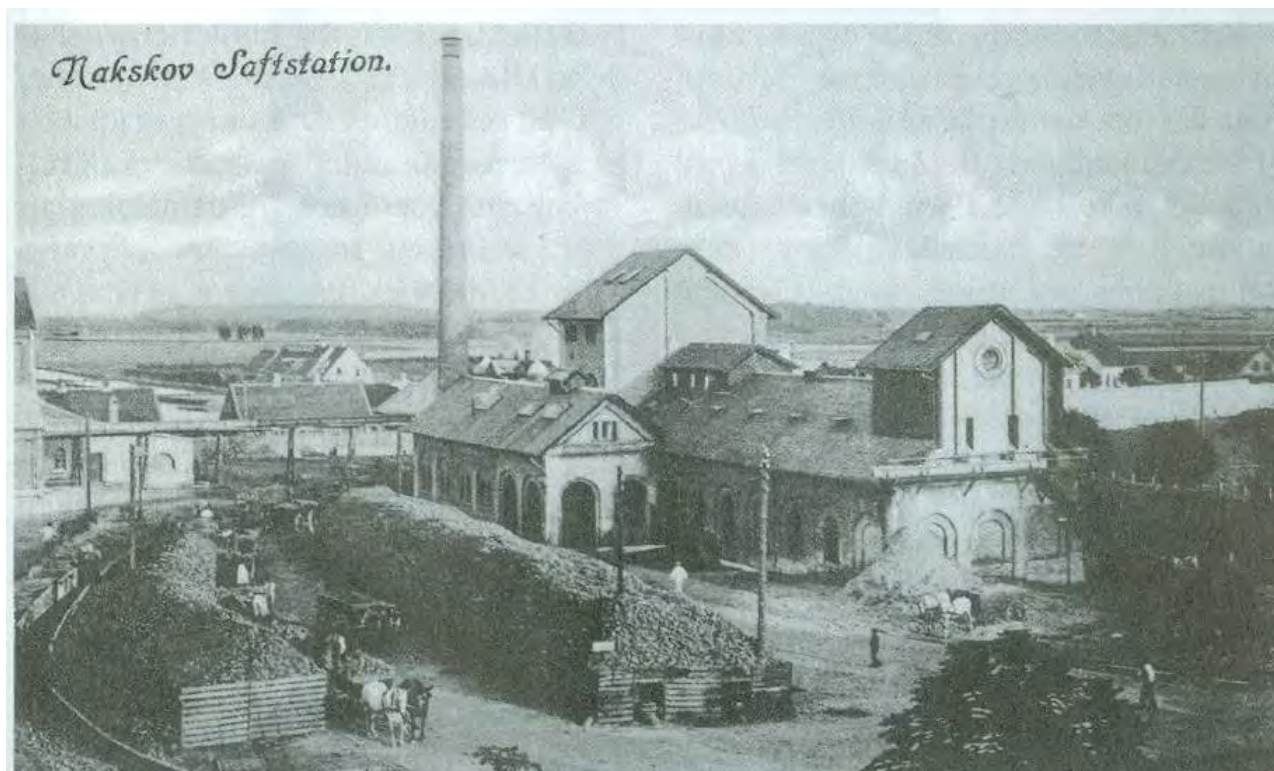


Højbygaard Sukkerfabrik udateret /g/.



Højbygaard Sukkerfabrik 2010 /c/.

Nakskov Sukkerfabrik



Nakskov Sukkerfabrik 1914 /j/.



Nakskov Sukkerfabrik 1954 /c/.



Nakskov Sukkerfabrik 1958 /k/.



Nakskov Sukkerfabrik 2010 /c/.



Nakskov Sukkerfabriks jordbassiner 1995 /c/.

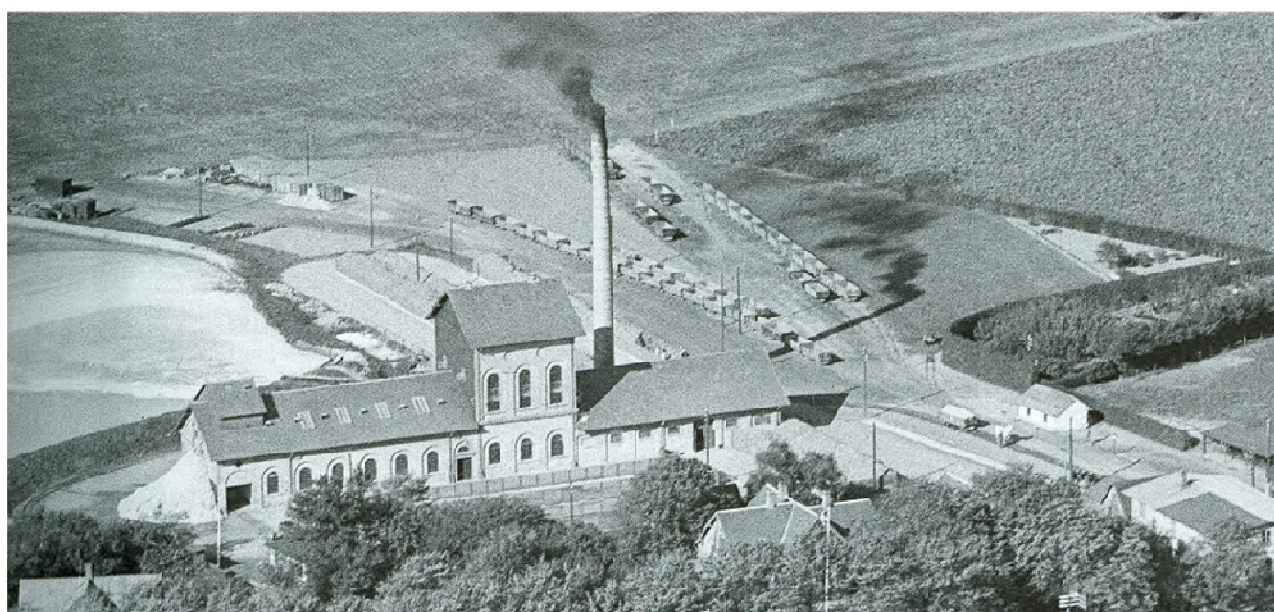


Nakskov Sukkerfabriks jordbassiner 2010 /c/.

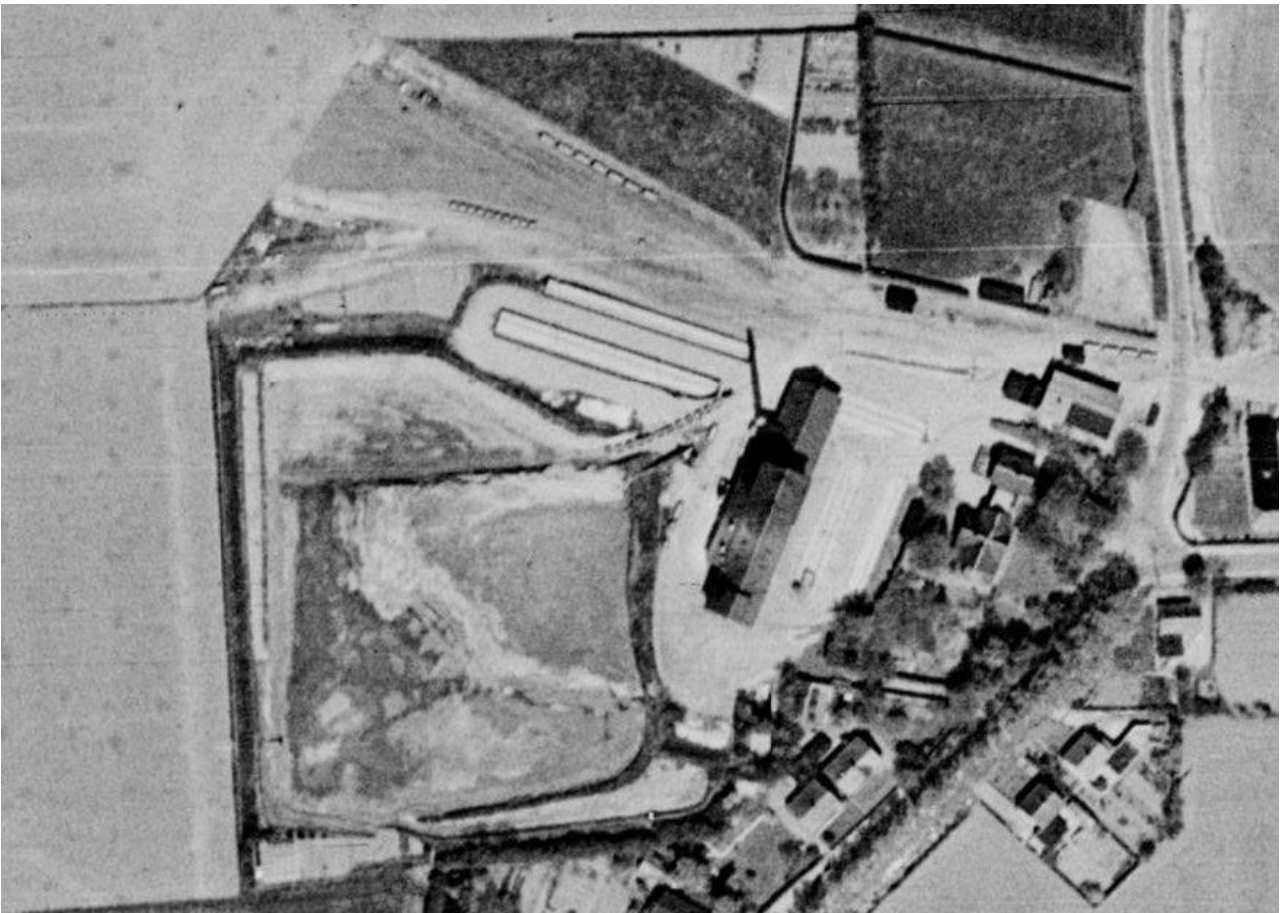
Græshave Saftstation



Græshave Saftstation udateret /k/.



Græshave Saftstation 1949 /e/.



Grøshave Saftstation 1954 /c/.



Grøshave Saftstation 2010 /c/.

Horslunde Saftstation



Horslunde Saftstation udateret /k/.



Horslunde Saftstation 1954 /c/.



Horslunde Saftstation 2010 /c/.

Majbølle Saftstation



Majbølle Saftstation 1954 /c/.



Majbølle Saftstation 2010 /c/.

Vesterborg Saftstation



Vesterborg Saftstation 1954 /c/.



Vesterborg Saftstation 2010 /c/.

Referencer:

- /a/ Lokalhistorisk Arkiv for Assens By, Museerne på Vestfyn.
- /b/ Historiske luftfotos fra <http://drift.kortinfo.net/Map.aspx?Site=I-Archive&Page=Syddanmark>.
- /c/ Luftfotos på kort.arealinfo.dk.
- /d/ Odense Luftfotos.
- /e/ Det Kongelige Bibliotek.
- /f/ Gørlev Lokalhistoriske Arkiv.
- /g/ <http://www.sukkerfabrik.dk/>.
- /h/ Lolland Falsters Stiftsmuseum.
- /i/ Holeby Lokalhistorisk Arkiv.
- /j/ Nakskov Lokalhistoriske Arkiv.
- /k/ <http://www.sukkermuseet.dk/Udstillinger.htm>.
- /l/ Materiale fra Region Sjælland.