

AFFALD FRA FISKERI OG FANGST I ARKTIS - en undersøgelse af nyttiggørelsesmulighederne i Uummannaq Kommune



Danmarks Tekniske Universitet
Center for Arktisk Teknologi
s001887 Marianne Willemoes Jørgensen
August 2007

Forord

Denne rapport er udarbejdet i foråret 2007 ved Center for Arktisk Teknologi, Danmarks Tekniske Universitet, under vejledning af professor Arne Villumsen. Rapporten er eksamensprojekt for undertegnede og gælder for 35 ECTS-point. Formålet med dette projekt har været at finde bedre alternativer til den direkte udledning af restaffald fra fiskeri og fangst i Uummannaq Kommune.

I forbindelse med projektet er der mange jeg gerne vil takke, men særligt:

- De ansatte ved Center for Arktisk Teknologi – især vil jeg gerne takke min vejleder Arne Villumsen og laborant Caroline Burger.
- Niels Mønsted, kommuneingeniør i Uummannaq, som tålmodigt har svaret på alle mine spørgsmål for ikke at nævne den store hjælp han ydede under opholdet i Uummannaq by.
- Simme og Janne Eriksen, som var til megen hjælp under opholdet i Uummannaq by.
- Ole Andreasen, fabriksleder i Illorsuit, for hjælp med indhandling af fisk samt assistance under opholdet i Illorsuit.
- Bo Jørgensen, seniorforsker, og Thi Thu Trang Vu, laborant, ved Danmarks Fiskeriundersøgelser for god vejledning omkring bestemmelse af fedt og fedtsyresammensætning. Og tak for lån af laboratorium.
- Jørgen Risum, lektor ved Biocentrum, DTU for villighed til at hjælpe og besvare spørgsmål.
- Susanne Vedel Jørgensen for hyggeligt samarbejde om analyse af prøver fra sæl.

DTU, Lyngby, 1. august 2007

Marianne Willemoes Jørgensen
S001887

Resume

I Grønland er der ikke tradition for at rense spildevandet, hvilket primært skyldes at der ikke foreligger konkrete lov-mæssige krav på området. Derfor lukkes alt spildevand ud i havet da det er den nemmeste og billigste løsning. Dette gør sig derfor også gældende for Uummannaq Kommune, hvis primære erhverv er hellefiskeri. Projektet tager sit udgangspunkt i affaldet fra hellefiskeproduktionen samt andet affald fra fiskeri og fangst da der ønskes at finde en anvendelse for disse rester. Med dette udgangspunkt blev forskellige anvendelsesmuligheder undersøgt for at finde alternativer til den direkte udledning.

Undersøgelsen frembragte flere alternativer, som blev vægtet i forhold til de specielle forhold i Uummannaq Kommune. Her udgør den grønlandske haj (havkalen) mere end 50 % af de samlede affaldsmængder, hvilket fik betydning for valget af anvendelsesmetode.

Dette skyldes at havkalens kød er giftigt at indtage og derfor blev det vurderet at anvendelser som retter sig imod konsum ikke er hensigtsmæssige.

På denne baggrund og med ønsket om løsninger, der økonomisk set kan svare sig, blev udnyttelsen af fedtstoffet fra affaldet til produktion af bio – olie samt bioforgasning af affaldet vurderet til at være de bedst mulige løsninger.

For at kunne vurdere om affaldet egner sig til disse to anvendelser, blev alle de forskellige affaldsfraktioner analyseret for tørstof, aske, fedt, kvælstof, fosfor, svovl, kulstof, pH samt indholdet af tungmetal. Fedtanalyserne viste at leveren fra hellefisk, havkal og skolæst samt sælspek indeholder store mængder fedt og er derfor velegnede til produktion af bio – olie. Energipotentialet fra de to anvendelser blev opgjort i forhold til mængden og typen af affald i Uummannaq kommune og det blev herudfra vurderet at energiudbyttet i de fedtholdige fraktioner er størst når det anvendes som olie.

På trods af dette blev det vurderet at det er mest hensigtsmæssigt at fokusere på biogas i byggerne i Uummannaq Kommune da der herved opnås en helhedsløsning for alt fiskeri og fangstaffald.

I Uummannaq by forventes der at være kapacitet til at opstarte begge produktioner, derfor udnyttes energipotentialet her både i form af bio – olie og biogas.

Løsningsforslagene blev udarbejdet for Uummannaq by samt de to bygger Illorsuit og Saattut. Baggrunden for at vælge

disse to bygger var at de repræsenterer henholdsvis en af de mindste og en af de største bygger i Uummannaq Kommune. Biomassesammensætningen i Uummannaq by samt Illorsuit og Saattut blev analyseret i forhold til næringsstofsammensætning samt parametre, der kan virke hæmmende for biogasproduktionen eller hindre at den afgassede biomasse kan udnyttes til jordbrugsformål. I alle tilfælde levede biomassesammensætningen op til de krav der er på området. I byggerne blev der desuden påvist muligheden for at iblande væsentlige andele af bygdernes sorte spildevand. For Illorsuit kunne biomassesammensætningen klare at alt sort spildevand iblandes, mens Saattut kunne afhjælpe op mod 40 % af byens sorte spildevand. I Uummannaq by blev der fundet et energipotentiale på 240 MWh pr. år, hvilket svarer til 3 % af byens samlede elforbrug. I Illorsuit kunne 90 % af bygdens elforbrug dækkes, mens det i Saattut var muligt at dække 27 %.

Abstract

In Greenland there are no tradition for cleaning wastewater, this is primarily due to the fact that there are no laws governing this area. This leads to that all wastewater are led into the ocean as this is considered the best and cheapest option. This is also the case for Uummannaq County whose primary occupation is greenland halibut fishing. This project targets the waste from greenland halibut fishing as well as other waste-material due to fishing as it is sought to find other areas of use for this waste. With this focus, different areas of use were investigated in order to identify alternatives to direct emission into the ocean. The project has identified numerous alternatives, which were weighed against the specific conditions that apply in Uummannaq County. The greenland shark, amounts for 50 percent of the total waste, which was crucial to the choice of recommended use for the waste-material. This is due to the fact that the meat from the greenland Shark is poisonous and therefore it is not recommended to use as food. Because of that, combined with the urge to find a financially plausible, the choice fell on utilizing the fat from the fish waste to produce bio-oil as well as bio-gas production, which is deemed, being the best solutions. In order to evaluate if the waste is suitable for this, all the different types of waste was analyzed in relation to; dry matter, ash, lipid, nitrogen, phosphorous, sulphur, carbon, pH as well as the content of heavy metals. The analysis of the lipid showed that the liver of the greenland halibut, The greenland shark and the roundnose grenadier as well as seal blubber has a large fatty content and are therefore suited for production of bio-oil. The potential energy from the two areas of utilization was evaluated according to the amount and the type of waste in Uummannaq County and from that it could be concluded that the amount of energy were greatest when utilized for bio-oil production. Despite of this fact it was decided that it was most beneficial to recommend biogas production for the villages in Uummannaq County as they will then benefit from a total solution to their problems with fish waste. In Uummannaq it can be expected that there are enough resources for the implementation of both bio-oil and biogas, which therefore are recommended.

Solutions were suggested for Uummannaq city as well as the two villages Illorsuit and Saattut. The reason for selecting these two villages is that they represent one of the largest and one of the smallest villages in Uummannaq County.

The contents of available biomass in Uummannaq city as well as Illorsuit and Saattut was analyzed in relation to the contents of micronutrients as well as parameters that can potentially inhibit a production of biogas or obstruct that the degassed biomass can be used for agricultural purposes. In all cases the contents of the biomass met the requirements for use. In the villages a possibility to, furthermore, mix biomass with wastewater was identified. For Illorsuit the biomass content could handle a 100 percent mix with wastewater, where as Saattut could accommodate up to 40 percent of the regional wastewater. In Uummannaq city there are a potential to produce 240 MWh per year, which accounts for roughly 3 percent of the total use. In Illorsuit the number was 90 percent and in Saattut 27 percent of the towns power use could be covered.

Indholdsfortegnelse

Forord 3

Resume 5

Abstract 7

Indholdsfortegnelse 9

1 Indledning 13

- 1.1 Formål 14
- 1.2 Rapportens opbygning 14

2 Baggrund 17

- 2.1 Arktis 17
- 2.2 Grønland 18
 - 2.2.1 Lovgivningen i Grønland 18
- 2.3.1 Klima 20
- 2.3.2 Infrastruktur 20
- 2.3.2 Erhverv 20
- 2.3.4 Varme og elforsyning 20
- 2.3.5 Spildevandshåndtering 21
- 3 Fiskeri og fangst i Uummannaq Kommune 23
 - 3.1 Hellefisk og bifangst 23
 - 3.1.3 Royal Greenland 23
 - 3.1.4 Uummannaq Seafood A/S 24
 - 3.1.5 Nussuaq Fish 24
 - 3.2 Den grønlandske haj (havkal) 24
 - 3.1.4 Uummannaq Seafood A/S 24
 - 3.3 Sæl og hval 25
 - 3.4 Samlede affaldsmængder fra fiskeri og fangst 26

4 Affaldets anvendelsesmuligheder 27

- 4.1 Fiskeolie og fiskemel 29
 - 4.1.1 Erfaringer på området 29
 - 4.1.2 Teknologiens anvendelighed 29
 - 4.1.3 Princippet i metoden 29
 - 4.1.4 Økonomi 29
- 4.2 Eksport af særlige restprodukter 30
 - 4.2.1 Erfaringer på området 30

- 4.2.2 Teknologiens anvendelighed 30
- 4.2.3 Princippet i metoden 30
- 4.2.4 Økonomi 30
- 4.3 Fremstilling af ensilage ud fra fiskeaffald 31
 - 4.3.1 Erfaringer på området 31
 - 4.3.2 Teknologiens anvendelighed 31
 - 4.3.3 Princippet i metoden 31
 - 4.3.4 Økonomi 31
- 4.4 Kompostering 32
 - 4.4.1 Erfaringer indenfor området 32
 - 4.4.2 Teknologiens anvendelighed 32
 - 4.4.3 Princippet i metoden 32
 - 4.4.4 Økonomi 32
- 4.5 Biogas 33
 - 4.5.1 Erfaringer indenfor området 33
 - 4.5.2 Teknologiens anvendelighed 33
 - 4.5.3 Princippet i metoden 33
 - 4.5.4 Økonomi 33
- 4.6 Vurdering af anvendelsesmulighederne i forhold til Uummannaq Kommune 34
 - 4.6.1 Valg af anvendelsesmuligheder 35

5 Teori 37

- 5.1 Biogas 37
 - 5.1.1 Udformningen af et biogasanlæg 37
 - 5.1.2 Mikrobiologiske processer i et biogasanlæg 38
 - 5.1.3 Vigtige parametre i.t.t. produktion af metangas 39
 - 5.1.4 Procesubalance 40
 - 5.1.5 Udnyttelsesgraden af den producerede biogas 40
 - 5.1.6 Biogaspotentiale 40
- 5.2 Bio – olie 42
 - 5.2.1 Oliens brændværdi 42
- 5.3 Tungmetal 43
 - 5.3.1 Valg af kadmium (Cd), bly (Pb) og kobber (Cu) 43
 - 5.3.2 Kilder til kadmium 44
 - 5.3.2 Kadmiums toksiske egenskaber 44
 - 5.3.4 Kilder til bly 44
 - 5.3.5 Blys toksiske egenskaber 44
 - 5.3.6 Kilder til kobber 44
 - 5.3.7 Kobbers toksiske egenskaber 44
 - 5.3.8 Grænseværdier for kadmium, bly og kobber 44

6 Indsamling og behandling af prøver 45

6.1 Havkalen	45
6.2 Hellefisk	45
6.3 Skolæst	46
6.4 Sæl	46
6.5 Analysemetoder i laboratoriet	46
6.5.1 Vandindhold og glødetab	46
6.5.2 Kvælstof	46
6.5.3 Fedtindhold	46
6.5.4 Fosfor	46
6.5.5 Svovl og kulstof	46
6.4.6 pH	46
6.4.7 Tungmetal	47
6.4.8 Fedtsyremethylestere (FAME)	47

7 Resultater 49

7.1 Validering af resultater	49
7.2 Sammensætningen af affaldsfraktionerne	49
7.2.1 Tørstof, organisk materiale og aske	49
7.2.2 Protein og fedt	50
7.3 Næringsstofsammensætning	52
7.3.1 Forholdet mellem C, N og P	53
7.3.2 Svovl og pH	54
7.4 Tungmetal	55

8 Analyse & diskussion 57

8.1 Restfraktionernes energipotentialer	57
8.2 Løsningsforslag for Uummannaq by	58
8.3 Løsningsforslag for bygderne	59
8.3.1 Illorsuit	59
8.3.2 Saattut	61
8.4 Diskussion af løsningsforslag	62

9 Konklusion 65

10 Perspektivering 67

10.1 Løsningsforslagenes fremtidsudsigter	67
10.2 Miljømæssige aspekter	67
10.3 Andre interesser	67

Litteraturliste 69

Bilagsliste 73

1 Indledning

I Grønland er der ingen tradition for at rense spildevandet, som derfor ledes urensset til havet. Spildevandet omfatter både spildevand genereret af befolkningen samt industrispildevand, herunder rester fra fiskeindustriens produktion. Denne direkte udledning er baseret på teorien om at spildevandet opblandes i vandmasserne og fortyndes i en sådan grad at det ikke har konsekvenser for havmiljøet. Undersøgelser af havmiljøet foretaget ud for Sisimiut og Ilulissat har i modstrid med denne overbevisning dokumenteret negative miljøeffekter som følge af netop udledningen af husspildevand og spildevand fra Royal Greenlands rejefabrik og hellefiskefabrik i hhv. Sisimiut (Brogaard og Jørgensen, 2006) og Ilulissat (Chawes et al., 2004).

Eftersom størstedelen af befolkningen i Grønland lever som jægere og fangere, knyttes befolkningens levevilkår uløseligt sammen med havet. Dette afspejles ligeledes i en opgørelse over Grønlands eksportindtægter, hvoraf det fremgår at omkring 90 % af al eksport stammer fra fiskeri (Pedersen, 2002).

Havet har derfor utrolig stor betydning for den grønlandske kultur, hvorfor det er meget vigtigt at beskytte havet, både af miljømæssige årsager, men i lige så høj grad skal hensynet til landets økonomiske fremtid inddrages i overvejelserne.

I dag genererer fiskeindustrien i Grønland restprodukter i størrelsesordenen 14.000 tons årligt. (Frederiksen et al., 2005). Den største andel af restprodukterne stammer fra hellefiskeproduktionen, som samtidig er langt den største produktion når råvaremængden ansues. Det er derfor ønsket med dette projekt at finde et bedre alternativ for restprodukterne fra fiskeri og fangst end blot at smide dem i havet.

Hellefisk fanges primært i Nordvestgrønland og Østgrønland. For Nordvestgrønland koncentrerer fangsten og hellefiskefabrikkerne sig i området omkring Aasiaat og nord for dette område, se figur 1.1. Royal Greenlands fabrik i Uummannaq er den fabrik der har haft den mest stabile produktion af hellefisk inden for den sidste årrække, hvorfor feltundersøgelser, og prøveindsamling er foretaget i Uummannaq Kommune.



Figur 1.1 Grønland (Uummannaq, 2005)

Løsningsforslag er derfor målrettet omstændighederne i Uummannaq Kommune.

Hovederhvervet i Uummannaq Kommune er, ligesom i resten af Grønland, fiskeri, og mange familier opretholder derfor deres eksistens ved langlinefiskeri i Uummannaqs store fjordsystem. Fangerne indhandler deres fangst, primært hellefisk, ved netop Royal Greenland eller hos Uummannaq Seafood A/S eller Nussuaq Fish, som henholdsvis ligger i Illorsuit og Niar-gornat, se figur 2.2 for beliggenhed. Tilsammen indhandles der omkring 4.900 tons hellefisk om året og 140 tons bifangst. (Mønsted, 2007)

Foruden affald fra hellefiskeproduktionen forekommer der som nævnt en mindre andel af bifangst, som ligeledes medfører restprodukter.

Herudover er det valgt at inddrage den grønlandske haj (havkaleen) i problemstillingen. Årsagen er at denne regnes for at være et skadedyr da dens tilstedeværelse har negativ indflydelse på hellefiskeriet. Det vigtigste bytte for havkaleen er nemlig hellefisken, som forekommer hyppigt i fjordene på de samme dybder. Havkaleen ødelægger fangernes langliner og æder hellefiskene på krogene, hvilket skader hellefiskeriet i hele Nordvest- og Østgrønland. I Uummannaq ansås problemet for at være så stort at Uummannaq Kommune i 1986 begyndte at indhandle hajhjerter. Indhandling af hajhjerter går ud på at fangeren blot skal dokumentere at have dræbt en haj ved at fremvise hjertet for en af kommunens repræsentanter, hvorefter de får udbetalt en dusør. Resten af hajen bliver som regel smidt tilbage i havet, da hajen ikke er direkte anvendelig som føde for hverken mennesker eller dyr.

1.1 Formål

Hovedformålet med projektet er at undersøge om de fiskerier der i dag betegnes som affald og smides i havet, i stedet kan udnyttes således at der er en gevinst både for befolkningen og for havmiljøet.

Til dette formål udarbejdes der på baggrund af litteraturstudier en opgørelse over hvad der vurderes at være realistiske anvendelsesmuligheder for restfraktionerne under arktiske forhold. De forskellige anvendelsesmuligheder vægtes i forhold til omstændighederne i Uummannaq Kommune.

Til brug i vurderingen af hvilken kombination af anvendelsesmuligheder der er den bedste løsning er forskellige fraktioner

af hellefisk og skolæst undersøgt. Skolæsten er medtaget af to årsager, for det første fungerer denne som repræsentant for bifangst samtidig er det en art der hyppigt fanges i Uummannaq Kommune. Herudover er der indhentet prøver af de forskellige fraktioner af den grønlandske haj samt spæk fra den grønlandske sæl.

Foruden sammensætningen af de forskellige fiskefraktioner er tungmetalindholdet i hver del målt. Tungmetalindholdet er medtaget da det for det første er en indikator for om der forekommer forurening i området og samtidig er det vigtigt at kende indholdet i relation til hvilke anvendelsesmuligheder der foreligger og hvilke hensyn der eventuelt bør tages.

1.2 Rapportens opbygning

Kapitel 1 giver indgangsvinklen til projektets forskellige problemstillinger samt valg af projektlokalitet.

Kapitel 2 beskriver de specielle forhold der er i Arktis samt giver introduktion og information omkring relevante forhold for projektlokaliteten – Uummannaq Kommune.

Kapitel 3 indeholder en opgørelse over affaldsfraktioner og – mængder stammende fra fiskeri og fangst i Uummannaq Kommune.

Kapitel 4 redegør for de forskellige anvendelsesmuligheder, der er relevante indenfor projektets rammer. Kapitlet indeholder herudover en vurdering af disse muligheder og en udvælgelse af de løsninger, der virker mest hensigtsmæssige for netop Uummannaq Kommune.

Kapitel 5 indeholder teorien omkring produktion af biogas og bio – olie samt problemstillingen med tungmetal. Hvis teorien er kendt af læseren kan rapporten umiddelbart læses og forstås uden dette kapitel.

Kapitel 6 redegør for indhentning og behandling af prøvematerialet samt de analyser der er udført i laboratoriet.

Kapitel 7 indeholder præsentation og vurdering af resultater opnået i laboratoriet.

Kapitel 8 indeholder en analyse af energipotentialet ved produktion af biogas og olie af affaldsfraktionerne. Herudover opstilles der løsningsforslag for Uummannaq by samt for en af de største og en af de mindste bygder i kommunen, hhv. Saattut og Illorsuit. Derudover indeholder kapitlet en diskussion og vurdering af de opstillede løsningsforslag for Uummannaq Kommune.

Kapitel 9 indeholder konklusioner på projektet. Her opsummeres de afgørende resultater og vurderinger.

Kapitel 10 er en perspektivering af løsningsforslagene for Uummannaq by og bygder, hvor løsningsforslagene samtidig ansues lidt bredere end kun for behovet i Uummannaq Kommune.

2 Baggrund

Projektområdet Uummannaq Kommune ligger i Nordvestgrønland, som er en del af Arktis. Dette kapitel redegør kort for de specielle klimaforhold der er i Arktis, hvorefter der gives en kort introduktion til Grønland. Herefter gives en introduktion til Uummannaq by og kommune, hvorefter de forhold der er relevante i forhold til projektets formål i Uummannaq Kommune beskrives.

2.1 Arktis

Der er flere forskellige definitioner på hvor grænsen for Arktis går. Den almindelige opfattelse er at Arktis betegner de nord-

lige polarområder, der afgrænses mod syd af Polarcirklen ved 66,32 °N. En anden afgrænsning foretages ud fra middeltemperaturen i juli, som regnes for at være årets varmeste måned. Overskrider middeltemperaturen i juli måned ikke 10 °C tilhører området Arktis, se figur 2.1.

Der findes flere definitioner for Arktis, men ligegyldig hvilken der anvendes er fællesbetegnelsen for områderne at klimaet er barskt med store lys - og temperaturvariationer. I sommerhalvåret er gennemsnitstemperaturen for det centrale Arktis omkring 0 – 2 °C og der er lyst døgnet rundt, mens temperaturen i vinterhalvåret falder til mellem – 30 og – 35 °C og lyset forsvinder helt midt på vinteren. (AMAP, 1998).



Figur 2.1 Arktis defineret ud fra Polarcirklen, markeret med blå stiplede linie og Arktis defineret ud fra 10 °C isothermen, juli. (Kortx, 2007)

Lys – og temperaturforholdene spiller blandt andet en vigtig rolle for plante- og dyreliv i disse områder. Planterne er lave og dyrene har et tykkere fedtlag og en kraftig og isolerende pels. De arktiske have er kendetegnet ved at fiskefaunaen består af forholdsvis få arter, hvoraf nogle til gengæld forekommer i meget stor mængde hvilket skyldes en større tolerance overfor variationer i miljøet, sammenlignet med de mere tropiske arter. Dette er ligeledes årsagen til at mange af verdens største fiskerier finder sted i de boreale (nordligt tempererede område) og arktiske havområder. (Born og Böcher, 1999).

2.2 Grønland

Hele Grønland ligger i Arktis ud fra 10 °C juli – isotermin, mens den sydligste del af Grønland afskæres af Polarcirklen, hvis denne definition anvendes, se figur 2.1. Grønland har et areal på 2.166.086 km², hvilket svarer til ~50 gange Dan-

marks areal, heraf er 85 % dækket af indlandsis. Indlandsisen dækker det centrale Grønland, hvorfor befolkningen er bosat langs kysterne. I Grønland er der godt 57.000 indbyggere hvoraf størstedelen er bosat langs med vestkysten hvor der er isfrit (Greenland Tourism, 2007). Langt den største del af befolkningen bor langs den sydlige del af vestkysten, se figur 2.2. Hovedstaden er Nuuk som ligger i Sydgrønland og har omkring 15.000 indbyggere (Grønlands statistik, 2007). I Grønland er der ingen veje mellem byerne, derfor foregår al transport mellem byerne med fly, helikopter eller skib.

2.2.1 Lovgivningen i Grønland

Grundlovsændringen i 1953 medførte at Grønland blev en del af det danske rige, og den 1. maj 1979 indførtes hjemmestyre i Grønland. Grønlands hjemmestyre besidder den lovgivende kompetence indenfor områder, der er overtaget som hjemme-



Figur 2.2 Til venstre ses et kort over Grønland, hvor Uummannaq er markeret med en rød cirkel. Til højre ses et udsnit af Uummannaq Kommune. (Uummannaq, 2005)

styreanliggender efter hjemmestyreløven, mens rigsmyndighederne har den lovgivende kompetence på de områder, der fortsat er rigsanliggender. (Grønlands Lovregister, 2005). Miljøbeskyttelse figurer ikke umiddelbart på listen over områder, der varetages af Grønlands hjemmestyre (Statsministeriet, 2001). Derfor benyttes anbefalinger og grænseværdier opstillet for Danmark indenfor de miljøområder, der berøres i denne rapport.

Uummannaq Kommune

Uummannaq Kommune ligger på Grønlands vestkyst 590 km nord for polarcirklen og er en af Grønlands nordligste kommuner, se figur 2.2. Her bor 2.448 mennesker (Mønsted, 2007), hvoraf omkring halvdelen bor i Uummannaq by, mens den anden halvdel er fordelt på kommunens syv bygder, se tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indbyggerantal i Uummannaq by samt de syv bygder. (Mønsted, 2007)

Uummannaq	Niaqornat	Qaarsut	Ikerasak	Saattut	Ukkusissat	Illorsuit	Nuugaatsiaq
1.337	69	192	254	242	166	98	89

Selve Uummannaq by ligger på en 12 km² stor ø for foden af et stort hjerteformet fjeld, som er 1.175 meter højt. Dette hjerteformede fjeld som dominerer byen, har givet navn til såvel by som distrikt, se figur 2.3. Uummannaq by ligger omgivet af øer og halvøer med op til 2.200 meter høje fjelde. Havet omkring Uummannaq er rigt på hvaler og overalt ses store isfjelde.



Figur 2.3 Luftfoto af Uummannaq by. (Uummannaq, 2005)

2.3.1 Klima

Klimaet i Uummannaq Kommune er barskt på grund af de ekstreme lys- og temperaturforskelle der som nævnt hersker i Arktis. Klimadata for perioden 1961 - 1990 for Upernavik Kommune (der foreligger desværre ikke opgørelser hos DMI for Uummannaq Kommune), som er Uummannaqs nabo mod nord, viser at den laveste middeltemperatur findes i marts og er -20,1 grader, mens den højeste er 5,2 grader i juli og august. Middeltemperaturen er kun over 0 grader i fire af årets måneder (juni, juli, august og september). Middeltemperaturen for hele året er - 7,3 grader (DMI, 2007).

2.3.2 Infrastruktur

Uummannaq by og bygderne i Uummannaq Kommune adskilles alle af havet og på grund af de generelt lave temperaturer i Uummannaq Kommune besværliggøres den indbyrdes transport mellem bygderne og byen store dele af året. Fra 1. december til 10. maj forekommer der ikke skibsanløb på grund af isdække på fjorden. Grundet det varmere klima kan perioden med rimelighed indskrænkes til 31. december til 1. maj (Mønsted, 2007). Ikke desto mindre er de bygder der ligger langt fra Uummannaq by helt afskåret i denne periode og forsynes udelukkende med helikopter. Bygderne der ligger tættere på kan i mindre omfang forsynes med bil, når isen er tyk nok. Her spiller det varmere klima igen ind idet istykkelsen på fjorden bliver mindre med årene. Fra at være mellem 60 – 90 cm i 1980, er den i dag omkring 30 – 40 cm. (Mønsted, 2007)

2.3.2 Erhverv

Hovederhvervet i Uummannaq Kommune er fiskeri, som i vinterhalvåret foregår med hundeslæde eller på snescooter, da fjordsystemet er frosset til. I sommerhalvåret benyttes både. I Uummannaq havn ligger kommunens største Royal Greenland fabrik. Fabrikken indhandler hellefisk og bifangst fra fiskerne i Uummannaq by, Qaarsut, Ikerasak, Saattut, Ukkusissat og Nuugaatsiaq. I bygderne Illorsuit og Niaqornat indhandles hellefiskene af henholdsvis Uummannaq Seafood A/S og Nussuaq Fish.

2.3.4 Varme og elforsyning

Al opvarmning i bygderne sker med olie. Kun enkelte taphuse har elopvarmning. På en typisk dag med en udendørstemperatur på mellem - 5 °C og - 10 °C bruges der omkring 15 liter gasolie til opvarmning af et hus af størrelsen 70 m², hvilket er den typiske husstørrelse. (Mønsted, 2007). Det store olieforbrug skyldes dels den ringe virkningsgrad i skibsovnene og dels dårlig isolering af husene. Alle bygderne har egen el - og vandproduktion, forbruget for hver bygd fremgår af tabel 2.2.

Selve Uummannaq by forsynes via eget elværk. På elværket udnyttes energien i kølevandet til fjernvarmeproduktionen, samtidigt er der en røggasveksler på hver motor, således udnyttes den energi der er i røggassen ligeledes til opvarmning af fjernvarmefundet. Den samlede årlige el-produktion i Uummannaq by er på ca. 5.700MWh pr. år, mens der i varme-produktionen benyttes ca. 3000MWh pr. år. (Nukissiorfiit, 2007)

Tabel 2.2 Det samlede elforbrug i bygderne i Uummannaq Kommune i 2005 (Nukissiorfiit, 2007)

Niaqornat	Qaarsut	Ikerasak	Saattut	Ukkusissat	Illorsuit	Nuugaatsiaq
220 MWh	335 MWh	810 MWh	990 MWh	530 MWh	460 MWh	315 MWh

2.3.5 Spildevandshåndtering

I bygderne er der ingen individuel kloakering, hverken for det grå eller det sorte spildevand. Beboerne henter deres drikkevand ved taphuset som får tilført vand fra den pågældende bygds vandsø, herfra transporterer de det selv hjem i dunke. I husene er der som regel blot et kort rør fra køkkenet ud ad husets væg hvor spildevandet så lander på jorden neden for huset. I stedet for et toilet er der en spand, som i de fleste tilfælde tømmes direkte udenfor huset. Spildevand og restprodukter fra fiskeindustrierne placeret i bygderne ledes urensset ud i havet.

I Uummannaq by ledes det grå spildevand ud langs byens kyst, mens det sorte spildevand opsamles og dumpes i havet ud for heliporten (som ligger i byens vestlige udkant) uden nogen form for behandling.

3 Fiskeri og fangst i Uummannaq Kommune

Kapitlet indeholder en opgørelse over hvad der fiskes og fanges i havet omkring Uummannaq Kommune med henblik på at lave en opgørelse over mængden og sammensætningen af affaldet. For almindeligt fiskeri, dvs. fiskeri af hellefisk og bifangst benyttes de mængder der er oplyst af fiskeindustrien. Det antages at det der fanges herudover bliver benyttet til privat brug og affaldet kommer hermed til at indgå i fast affald fra husstande, hvilket ligger udenfor rammerne af dette projekt.

3.1 Hellefisk og bifangst

Der er som nævnt tre forskellige selskaber, som indhandler hellefisk, repræsenteret i Uummannaq Kommune. Det største er Royal Greenland, som på årsbasis indhandler ca. 4.740 tons hellefisk og godt 140 tons andre arter (bifangst) i hele kommunen. I Illorsuit ligger Uummannaq Seafood A/S som indhandler omkring 100 tons hellefisk på årsbasis og i Niaqornat anslås det at fabrikken Nussuaq Fish maksimalt indhandler 50 tons om året. (Mønsted, 2007).

3.1.3 Royal Greenland

Forarbejdningen på fabrikken i Uummannaq by er begrænset sammenlignet med eksempelvis rejeindustrien. Der skelnes mellem tre produktionsmetoder, som benyttes i lige forhold:

- J – cut produktion, hvor det kun er halen og hovedet der frasorteres.
- Fileter med skind, hvor det kun er skroget der frasorteres (skroget udgør ca. 20 % af fisken).
- Fileter uden skind, her frasorteres både skrog og skind.



Figur 3.1 Til venstre ses Royal Greenlands hellefiskefabrik på havnen i Uummannaq by og til højre ses en samling af de restprodukter der genereres. (Jørgensen, 2007)

De frasorterede dele sælges (og sommetider foræres) til hundeejerne, som foder eller smides tilbage i havet, se figur 3.1. Fabrikken forarbejder udelukkende hellefisk, men indhandler også en begrænset andel af andre fiskearter, se tabel 3.1. Disse indfryses og eksporteres direkte. Det betyder at det eneste der frasorteres herfra er fiskenes indmad. (Møller, 2007)

Under fraktionen andre arter, hører torsk, rødfisk, skolæst, havkat samt ammassat (lodde). Det antages at skolæst er repræsentativ for hele andelen af bifangst. Dette skyldes at det kun var muligt at hjembringe en skolæst fra Uummannaq Kommune, da der simpelthen ikke blev fanget nogle af de andre arter i feltperioden.

3.1.4 Uummannaq Seafood A/S

Uummannaq Seafood A/S ligger i Illorsuit og er væsentligt mindre end Royal Greenlands fabrik, se figur 3.2. Fabrikken indhandler udelukkende hellefisk, hvor det eneste der frasorteres er indmaden fra hellefiskene. (Andreasen, 2007)

3.1.5 Nussuaq Fish

Nussuaq Fish ligger i Niargornat og det antages at proceduren her er tilsvarende den i Illorsuit. Der handles udelukkende med hellefisk og hellefiskene indfryses hele, hvilket betyder at affaldsfraktionen herfra består af fiskenes indmad.

3.2 Den grønlandske haj (havkal)

Som nævnt i indledningen regnes havkalen for at være et skadedyr da dens tilstedeværelse har negativ indflydelse på hellefiskeriet. I Uummannaq ansås problemet for at være så stort at Uummannaq Kommune i perioden 1986 – 2001 indhandlede hajhjerter. Årsagen til at kommunen er gået bort fra dette skyldes ikke at problemet ikke fortsat eksisterer. Ordningen blev udelukkende nedlagt af økonomiske årsager, da denne udgift ikke rigtigt kunne forsvares/forklares i budgettet (Mønsted, 2007). Selvom denne ordning er nedlagt dræbes havkalen fortsat.

Årsagen til at den ikke benyttes som føde for mennesker og hunde er at havkalens kød bliver giftigt når det indtages. Kø-

Tabel 3.1 Indhandlede mængder 1.1.2006 – 31.1.2006 Royal Greenland. (Møller, 2007)

Lokalitet	Uummannaq	Ikerasak	Saattut	Ukkusissat	Nuugaatsiaq
Hellefisk [kg]	2.005.537,5	945.270,0	1.122.047,0	505.636,5	161.529,5
Andre arter [kg]	57.664,0	20.298,5	47.952,5	8.916,5	4.812,5
I alt [kg]	2.063.201,5	965.568,5	1.169.999,5	514.553,0	166.342,0



Figur 3.2 Uummannaq Seafood A/S i Illorsuit. (Jørgensen, 2007)

det indeholder nemlig over 1 % trimethylaminoxid (TMAO), der i sig selv ikke er giftigt, men bakterier i mennesker og slædehundes fordøjelseskanaal reducerer TMAO til det giftige trimethylamin (TMA). (Christophersen, 2006).

Eftersom havkalen ikke fiskes kommercielt figurer den ikke i fangststatistikker, derfor er forventet årlig fangst af havkalen baseret på data fra Uummannaq Kommune fra den årrække hvor der blev indhandlet hajhjerter, se tabel 3.2 og bilag 6. Det ses af tabellen at de indfangede mængder ligger på nogenlunde samme niveau over en årrække på 15 år. Der er derfor ikke nogen tegn på at bestanden i området er nedadgående. At der blev fanget markant flere det første år (1986) end de resterende 14 år tillægges at det var første år ordningen kørte og at indsatsen for at fange hajen dermed var størst dette år.

3.3 Sæl og hval

Fiskeri og fangst af hvaler i Uummannaq Kommune er meget begrænset (Grønlands statistik, 2007). Indenfor de sidste 5 år er der udelukkende registreret en mindre fangst af narhval, som i dag er begrænset ved lov, og i 2002 er der fanget en enkelt hvidhval. På dette grundlag vurderes der ikke at forekomme væsentlige andele af affald fra hvaler.

I forhold til sæler ses i tabel 3.3 en opgørelse over fangsten de sidste 5 år i Uummannaq Kommune.

Tabel 3.2 Indhandlede hajhjerter i Uummannaq Kommune. (Uummannaq Kommune, 2007).

År	Niaqornat	Qaarsut	Ikerasak	Saattutt	Ukkusissat	Illorsuit	Nuugaatsiaq	Uummannaq	I alt
1986	1273	574	50	721	243	1646	299	139	4.945
1987	830	225	12	537	122	708	174	132	2.740
1992	526	131	0	380	82	577	151	157	2.004
1994	529	356	0	554	87	687	182	161	2.556
1997	745	345	17	214	33	718	140	111	2.323
2000	645	293	3	223	84	798	177	86	2.309
2001	1067	22	21	284	50	1202	129	52	2.827

Tabel 3.3 viser mængden af indfangede sæler i perioden 2002 – 2006 (Grønlands statistik, 2007).

År	Blue Back	Grønlandssæl	Ringsæl	Klapmyds	Buksesæl	I alt
2002	42	635	2479	0	0	3156
2003	146	778	2029	0	0	2953
2004	77	2250	1610	3	0	3940
2005	139	2250	4581	16	284	7270
2006	24	149	2263	8	7	2451

Selvom der er tale om forskellige arter antages det at alle arterne kan anskues under ét. Under feltopholdet blev det undersøgt hvor meget af sælen der bliver udnyttet (og dermed ikke indgår som et restprodukt) i Uummannaq by og bygder. Vurderingen for bygderne baseres på samtaler med fabrikschefen for Uummannaq Seafood A/S i Illorsuit (Andreasen, 2007). Ud fra disse samtaler samt (Sælen, 2007) vurderes det at alle dele af sælen benyttes i bygderne. I Uummannaq by bliver sælskindene garvede og klargjort til viderebehandling af Jakob Kruse (Mønsted, 2007). Ud fra besøg i garveriet og samtale med indehaveren (Kruse, 2007) vurderes det at omkring 15 % af fedtet fra sælen går til spilde. I forhold til mængder, oplyste garveren at han i 2006 havde forarbejdet omkring 2.200 skind. Ud fra oplysningerne fra (Grønlands statistik, 2007) er det ikke muligt at få tal for hver enkelt bygd og det er derfor svært at vurdere hvor sælerne indfanges. Derfor benyttes opgørelsen fra (Kruse, 2007) til vurdering af antallet af sæler der fanges i Uummannaq by da mængden stemmer godt overens med det de statistiske oplysninger.

På denne baggrund antages herefter at affaldsmængden fra sæler udgør 15 % af deres spæk og at der kun genereres affald i Uummannaq by.

3.4 Samlede affaldsmængder fra fiskeri og fangst

Mængderne af affald fra fiskeri og fangst er opgjort for de forskellige affaldsfraktioner, som er gennemgået i dette kapitel. For at kunne lave denne opgørelse er det nødvendigt at kende den procentvise fordeling af de forskellige fraktioner i forhold til den pågældende sæl/fisk. Disse opgørelser er foretaget i forbindelse med behandlingen af de hjemhentede prøver, der henvises derfor til kapitel 6 i nærværende rapport. Data for hellefisk og bifangst foreligger i tons og affaldsfraktionen er derfor direkte fundet, mens det for sæl og havkal har været nødvendigt at omregne antallet af indfangede sæler og hajer i forhold til den gennemsnitlige vægt af disse. For havkalen antages en vægt på 400 kg at være repræsentativ baseret på oplysninger fra (Fishbase, 2007), mens der for sæl benyttes en gennemsnitlig vægt på 60 kg (Born og Böcher, 1999).

Tabel 3.4 viser mængderne af affald for de forskellige fraktioner på årsbasis for hhv. Uummannaq by og bygderne samlet.

Tabel 3.4 Årlig mængde og type af affaldsprodukter.

Art	Fraktion	Andel	Uummannaq [ton]	Bygd [ton]
Skolæst	Indvolde	0,08	4,6	6,2
Skolæst	Lever	0,26	15,0	20,2
Hellefisk	Indvolde	0,02	40,1	57,7
Hellefisk	Lever	0,01	20,1	28,8
Hellefisk	Knogle	0,15*2/3	200,6	288,4
Hellefisk	Skind	0,06*1/3	40,1	57,7
Haj	Lever	0,25	11,7	234,4
Haj	Kød	0,61	28,5	571,9
Haj	Knogle	0,06	2,8	56,3
Haj	Skind	0,08	3,7	75,0
Sæl	Spæk	0,05	6,6	0,0

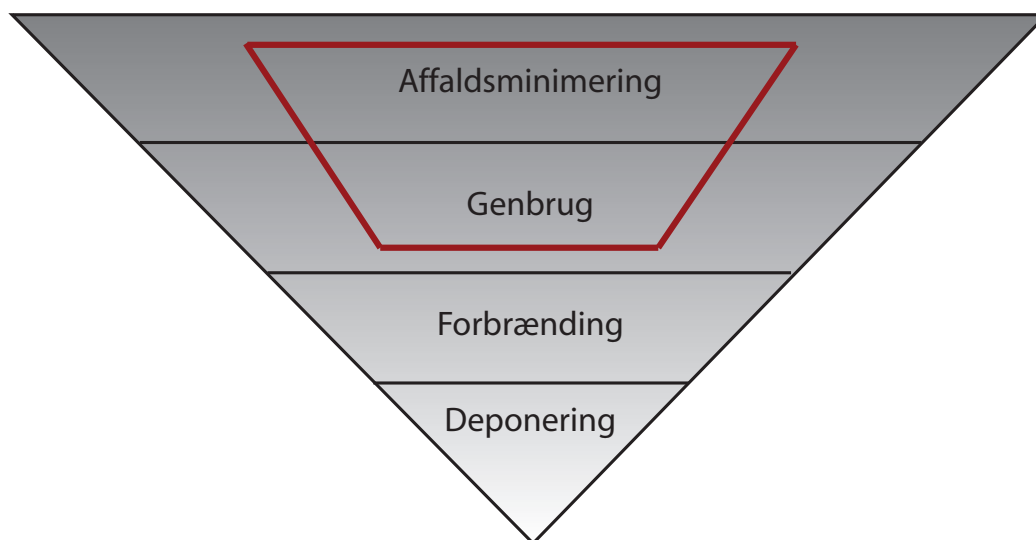
4 Affaldets anvendelsesmuligheder

Affald har eksisteret så langt tilbage som mennesket. I nutidens samfund har problemstillingen omkring affald primært sine rødder i urbaniseringen, som er årsagen til at menneskelige aktiviteter koncentrerer på afgrænsede områder. Hertil kommer industrialiseringen, der har forøget den materielle velstand og indført et utal af stoffer der er til skade for miljøet. Der findes ikke nogen universelt accepteret definition på affald, men et brugbart udgangspunkt er givet af (Christensen, 1998):

”Affald er en rest, et udtjent produkt eller materiale af marginal eller negativ værdi for indehaveren, og som indehaveren ønsker at skaffe sig af med.”

Ved affaldshåndtering arbejdes der ud fra et affaldshierarki, som stiler mod at opnå mindst mulig miljøbelastning samt den mest hensigtsmæssige løsning ud fra både et økonomisk og ressourcemæssigt hensyn, hvor renere teknologi og affaldsminimering prioriteres højest, herefter genanvendelse af de fraktioner af affaldet der er muligt. Forbrænding med energiuudnyttelse er næstsidste alternativ, mens deponering har den laveste prioritet i affaldshierarkiet, se figur 4.1.

Efter bekendtgørelsen om affald (Miljø- og Energiministeriet, 1997) er energifremstilling fra affald ikke at betegne som genanvendelse, men udgør sammen med genanvendelse det overordnede begreb nyttiggørelse. Dette skyldes at den gængse definition på genanvendelse er at den pågældende affaldsfraktion bruges til sit oprindelige formål, for eksempel flasker der indsamles, sorteres, skylles og genfyldes. (Christensen, 1998). I nærværende rapport søges derfor løsninger på affaldshåndteringen af de forskellige restfraktioner i Uummannaq Kommune, der principielt kan placeres under kategorien genbrug i affaldshierarkiet eller under kategorien affaldsminimering, se figur 4.1. De løsninger der søges under kategorien affaldsminimering, er løsninger hvor en større del af affaldsfraktionen benyttes direkte og anses dermed ikke for en restdel længere. Der søges derimod ikke efter løsninger der reducerer udgangsproduktet. Årsagen hertil skyldes typen af affald. De tre fiskefabrikker i Uummannaq Kommune har jo selv sagt et ønske om at tjene så meget som muligt og hertil skal der indhandles hellefisk. Selve vandforbruget på de enkelte fabrikker kan muligvis reduceres, men som det er i dag benyttes der ikke unødigt meget vand ved forarbejdningen af fangsten, i stedet vil tiltag indenfor vandforbruget til rengøring kunne reducere dette med mellem 2 og 20 % (Frederiksen et al., 2005). Der vil dog ikke blive foretaget yderligere undersøgelser på



Figur 4.1 Affaldshierarkiet (Christensen, 1998)

området i nærværende projekt, hvor fokus holdes på selve affaldsfraktionen.

I relation til andre fiskearter og sæler der fanges, kan der heller ikke her forventes en affaldsminimering da der er tale om føde for befolkningen, sammenholdt med at der i Grønland ikke på samme måde som i Danmark eksisterer et overflodssamfund.

Den grønlandske haj fremstår som en fraktion der kunne minimeres idet der ikke er et brugbart formål med at indfange og dræbe hajen andet end at den forstyrrer hellefiskeriet. Men netop i kraft af at den forstyrrer hellefiskeriet har det indflydelse på hellefiskefabrikkernes fortjeneste. Derfor stiles der ikke mod at begrænse denne affaldsfraktion, men i stedet at finde en anvendelse for den.

Til slut findes det sorte spildevand, som det er valgt at inddrage (hvis muligt) for at skabe en helhedsløsning for det affald der tilføres det marine miljø uden nogen form for rensning. Her er det ligeledes selvsagt umuligt at forvente en affaldsminimering.

Den resterende del af dette kapitel omhandler forskellige anvendelsesmuligheder der anses for realistiske under arktiske forhold.

4.1 Fiskeolie og fiskemel

En anvendelse der udelukkende retter sig imod fiskeindustrien er produktionen af fiskeolie og fiskemel af restprodukterne fra produktionen. Fordelene ved denne anvendelse er at fiskefabrikkerne opnår en større udnyttelsesgrad af råvaren og dermed en minimering af restproduktionen.

4.1.1 Erfaringer på området

Royal Greenlands fabrik i Ilulissat producerede tidligere både fiskemel og fiskeolie ved siden af deres hellefiskeproduktion. Anlægget fungerede upåklageligt (Labansen, 2007) og mens produktionen stod på blev der produceret omkring 480 tons fiskemel om året. Dette skal ses i forhold til en årlig affaldsfraktion på omkring 3.000 tons årligt. (Frederiksen et al., 2005). Årsagen til at produktionen ikke foregår i øjeblikket er, at hellefiskeproduktionen er mere eller mindre lukket ned de sidste par år på grund af mangel på arbejdskraft i Ilulissat. Derfor er produktionen i store dele af året flyttet til Qasigiannguit. (Labansen, 2007).

4.1.2 Teknologiens anvendelighed

Teknologien kan anvendes, hvor der er tilstrækkelige mængder restprodukt til at et anlæg kan køre som en del af den daglige drift. (Frederiksen et al., 2005)

4.1.3 Princippet i metoden

Produktionen af fiskemel og olie går ud på at adskille råstoffet i fraktionerne: olie, tørstof og vand. For at gøre dette opvarmes restproduktet, hvorved fedtcellerne sprænges og olien frigøres. Herefter sies og presses massen, hvorved massen skilles i en fast (pressekage) og en flydende fase (pressevæske). Herefter separeres pressevæsken, hvorved tilbageværende opløst tørstof sorteres fra i en dekantercentrifuge. Olien adskilles i en olieseparator, hvorefter den dekanterede væske (limvand) inddampes til et koncentrat. Til slut blandes pressekage, frasepareret opløst stof og koncentrat og det hele tørres til fiskemel. (Frederiksen et al., 2005)

4.1.4 Økonomi

Der er en økonomisk fordel i at etablere en fiskemels og – olie produktion direkte i tilknytning til en fiskefabrik, idet råvaren er en del af fabrikkens restprodukt, og dermed ikke udgør en omkostning. I 2005 var markedsprisen 4,2 – 5 kr. for fiskemel og udbyttet af råvaren til fiskemel er knap 20 % for helle-

fiskemel. (Frederiksen et al., 2005). Anvendes fiskeolien til kosttilskud sælges den typisk for 1000 – 1100 kr. pr. kg. Her skal der dog tillægges omkostningerne til en betydelig videreforarbejdning. (Frederiksen et al., 2005) Herudover kan olien selvfølgelig benyttes direkte til eksempelvis energiproduktion, hvorved prisen på olien må sammenholdes med prisen på den olie der ellers ville være blevet brugt.



Figur 4.2 Fiskeoliekapsler (Google, 2007)

4.2 Eksport af særlige restprodukter

I asiatiske lande er der tradition for at udnytte alle dele af fisk til madlavning eller til fremstilling af traditionel medicin, ligesom der i Tromsø er erfaringer med at udnytte hellefiske-skindet til produktion af eksempelvis tasker og andre non-food produkter (Frederiksen et al., 2005). I USA udnyttes skindet fra haj ligeledes som læder i forskellige produktioner (Goldhor og Regenstein, 1991).

Ligesom for produktionen af fiskemel og – olie vil der ved brug af denne løsning forekomme en større udnyttelsesgrad af råvaren og derved en minimering af restproduktmængden.

4.2.1 Erfaringer på området

Der er erfaringer fra blandt andet Norge og Færøerne for at følgende biprodukter fra fisk kan eksporteres (Frederiksen et al., 2005): rogn (eventuelt som pasta), lever, fiskehoveder, kinder, tunge og skind, fiskemaver og fiskesæd.

Ovenstående er overvejende erfaringer med biprodukter fra torsk, men det er vurderet af (Frederiksen et al., 2005) at markedsundersøgelser og markedsføring sandsynligvis vil kunne resultere i at andre arter (herunder hellefisk) kan anvendes på tilsvarende vis.

Som det er i dag på Royal Greenlands fabrik i Uummannaq eksporteres friller og hovederne fra hellefisken til Japan. (Møller, 2007).

4.2.2 Teknologiens anvendelighed

Der er her tale om en lavteknologisk produktion, eftersom det udelukkende drejer sig om sortering og udskæring fra restfraktionerne, hvilket betyder at metoden kan anvendes hvor det findes økonomisk rentabelt i forhold til markedsprisen samt i forhold til eksport- og lønudgifter.

4.2.3 Princippet i metoden

Det kan vælges at kildesortere biprodukterne i forbindelse med den almindelige forarbejdningsproces eller biprodukterne kan afsættes som en del af en større andel af et restprodukt. Den første metode er den mest arbejdskrævende, men samtidig den der giver en den bedste pris idet kvaliteten er højere når biprodukterne ikke sammenblandes. Konservering af produkterne foregår enten ved nedfrysning eller sukkersaltning, afhængigt af hvordan produktet senere skal anvendes.

4.2.4 Økonomi

Som nævnt eksporterer Royal Greenland allerede både hoveder og friller fra hellefisken, men de ønsker ikke at oplyse hvad deres fortjeneste er (Møller, 2007).



Figur 4.3 Hajskinsko (Google, 2007)

4.3 Fremstilling af ensilage ud fra fiskeaffald

Fiskeaffald går let i forrådnelse, og tåler ikke lagring uden at være konserveret. Det er derfor nødvendigt at konservere fiskeaffaldet og bringe det på en form så det let kan transporteres hvis der skal drages nytte af affaldet. Ensilering muliggør udnyttelsen af det meste fiskeaffald, herunder indvolde og skind m.m. som råvare til foder til eksempelvis fisk, hunde og får. (Frederiksen et al., 2005)

4.3.1 Erfaringer på området

I Norge omdannes omkring 180.000 tons fiskeaffald til ensilage om året. Størstedelen af denne ensilage benyttes til fiskefoder til opdræt. (Frederiksen et al., 2005)

4.3.2 Teknologiens anvendelighed

Restprodukter fra fiskeindustrien vil give en ensilage med højt olie- og proteinindhold og rester herfra vil derfor være anvendelige. Der foreligger derfor umiddelbart et potentiale for denne type produktion da rester fra hellefiskeindustrien vil være meget velegnede.

4.3.3 Princippet i metoden

Fiskeaffaldet blandes med en syre, under arktiske forhold benyttes svovlsyre for at opnå en pH-værdi på 3,5 – 4,5, herved standses bakterievæksten. Ved en temperatur mellem 5 og 40 °C (jo højere temperaturen er, jo hurtigere forløber processen) hydrolyseres fiskeresterne, der herved omdannes til en flydende masse.

Hvis fiskeresterne indeholder en stor andel af ben skal der tages højde for dette når syren tilsættes da kalken i knoglerne virker neutraliserende på syren. Det er desuden hensigtsmæssigt at kværne knoglefraktionerne for at opnå en ensartet masse.

Ved en produktion på mindre end 8 – 10 tons restprodukter pr. dag, som det er tilfældet i hele Grønland, vil batchproduktion være mest hensigtsmæssig. Produktionen foregår da i en tank eller container med en påmonteret kværn. Fiskeaffaldet og syre tilføres manuelt. (Frederiksen et al., 2005).

4.3.4 Økonomi

Økonomien i denne anvendelse er meget afhængig af hvilken pris der kan opnås i Grønland, og i hvilket omfang ensilagen skal transporteres. For at give et billede af økonomien, er

prisen på ensilage i Danmark 0,80 kr./liter og fragt internt i Grønland koster 1 kr./kg. (Frederiksen et al., 2005).



Figur 4.4 Fiskefoder (Google, 2007)

4.4 Kompostering

Kompostering af affaldet fra fiskeindustrien kunne være en mulighed, da det er en metode, der allerede benyttes mange steder i verden. Den er simpel og produktet kan sælges til jordbrug. Hvorvidt den er relevant under arktiske kan diskuteres, men eftersom der findes erfaringer fra Alaska, som ligeledes har et koldt klima er denne anvendelsesmulighed medtaget.

4.4.1 Erfaringer indenfor området

Forsøg med kompostering er lavet i England, hvor haveaffald og fiskeriaffald blev blandet til kompost (Archer og Baldwin, 2006). Det vil ikke være udbredt i Grønland, da befolkningen ikke har deciderede haver, som det er tilfældet i England. Desuden er der helt andre jordbundsforhold i Grønland end i England.

I Alaska er der ligeledes lavet forsøg med kompostering af fiskeriaffald, her blev det blandet med træflis (Nicholls et al., 2002), men denne metode kan selvsagt heller ikke bruges i Uummannaq Kommune.

4.4.2 Teknologiens anvendelighed

Metoden er meget simpel og kan derfor anvendes alle steder hvor der er organiske affaldsprodukter. For at denne løsning skal virke skal der holdes frostfrie forhold i kompostbunken.

4.4.3 Princippet i metoden

En mulighed, hvis fiskeaffaldet skulle komposteres, kunne være at indbyggerne i Uummannaq Kommune begyndte at sortere deres affald, i biologisk nedbrydeligt og ikke biologisk nedbrydeligt. Det biologisk nedbrydelige affald kunne blandes med fiskeresterne og på den måde ville køkkenaffaldet kunne fungere ligesom haveaffald.

En anden løsning og måske bedre kunne være at blande fiskeresterne med tørv i mindre stykker, da dette er tilgængeligt i Grønland. Tørvene ville kunne fungere på samme måde som både træflis og haveaffald. (Brogaard og Jørgensen, 2006)

4.4.4 Økonomi

Prisen på muld er ret besked: omkring 0,5 kr. pr. kg (Havenet, 2007). Der vurderes til gengæld at være et marked for det, eftersom der i 2003 blev importeret gødningstoffer for

2,6 millioner kr. til anvendelse i Sydgrønland. (Frederiksen et al., 2005)



Figur 4.5 Kompostering (Google, 2007)

4.5 Biogas

Da fiskeaffaldet er biologisk nedbrydeligt er det muligt at udnytte dette til at producere biogas, som igen kan udnyttes lokalt til opvarmning eller el-produktion. Denne anvendelse af affaldet åbner desuden op for muligheden for at afhjælpe dele af spildevandsproblematikken da dette ligeledes er organisk nedbrydeligt.

4.5.1 Erfaringer indenfor området

Bioforgasning af organisk affald er en veldokumenteret og afprøvet teknologi, som ofte drives med organisk affald af forskellig oprindelse. I Danmark er der to typer biogasanlæg; rådnetaanke som er tilknyttet kommunale spildevandsrens anlæg, hvor slammet fra spildevandsrensningen bioforgasses og biofællesgasanlæg, hvor det organiske affald blandes med gylle fra landbruget. (Frederiksen et al., 2005)

4.5.2 Teknologiens anvendelighed

Teknologien er anvendelig hvor der forekommer en kontinuerlig tilførsel af organisk affald til anlægget. Affaldet skal være flydende og, i et vist omfang, neddelt. Herudover skal affaldet der tilføres have en sammensætning af næringsstoffer, der er gunstig i forhold til nedbrydningen og dermed udviklingen af metangas.

4.5.3 Princippet i metoden

Beskrevet i store træk foregår biogasproduktionen, ved at biomassen kommes i en lufttæt rådnetaank, hvorved der etableres et miljø som sætter den biologiske gasproduktion i gang. Gasen kan herefter opsamles og udnyttes til produktion af varme og/eller el. Foruden gevinsten i form af energi reduceres biomassen med omkring 50 %. For mere information omkring principperne ved biogas, se kapitel 5.1.

4.5.4 Økonomi

Økonomien i et biogasanlæg afhænger af materialet der bioforgasses, hvis dette materiale har et højt biogaspotentiale kan der udvindes mere energi end hvis biomassen har et lavt biogaspotentiale.

Udover den potentielle energigevinst vil det afgassede produkt kunne afsættes som gødning.



Figur 4.6 Biogasanlæg (Google, 2007)

4.6 Vurdering af anvendelsesmulighederne i forhold til Uummannaq Kommune

I forhold til produktionen af fiskeolie og fiskemel vurderes det at produktionen af fiskemel ikke er den bedste løsning for i Uummannaq Kommune. Dette begrundes blandt andet med at den samlede mængde restprodukter fra Royal Greenlands hellefiskeproduktion er fordelt ud på de forskellige bygder i fem af årets måneder på grund af isdækket på fjorden, hvilket begrænser produktionen uhensigtsmæssigt. De to enkeltstående firmaer i Illorsuit og Niargornat vil under alle omstændigheder ikke have nok restprodukter til selv at kunne opbygge en konkurrencedygtig produktion, hvilket er afgørende for afsætningen, da fiskemelet ikke umiddelbart har et marked i Uummannaq Kommune.

Markedsprisen på omkring 4,5 kr. pr. kg fiskemel gælder for firmaer, der har specialiseret sig i produktionen af fiskemel, det er derfor ikke sikkert at samme pris vil kunne opnås i Uummannaq, sammenholdt med en pris på 1 kr. pr. kg til transport er indtjeningen på sin vis begrænset. Ikke desto mindre er det en mulig løsning, da det er bevist i Ilulissat at være rentabelt (Labansen, 2007). Denne anvendelse fravælges dog alligevel grundet problemstillingen omkring havkalen, som jo er giftig hvis den ikke behandles korrekt. Det vurderes at det vil kræve for meget kontrol og involvere en for stor risiko at blande kødet fra havkalen i fiskemelet. Der er derfor flere årsager til at fiskemelsproduktion ikke virker som den bedste løsning, men den primære årsag er at den udelader en væsentlig andel af de affaldsfraktioner som ønskes behandlet, eftersom havkalen udgør omkring 50 % af den samlede mængde affald i Uummannaq Kommune (se tabel 3.4).

Produktionen af olie ses til gengæld som en mulig anvendelse, da restfraktionerne indeholder store mængder fedt (se tabel 7.2). Olien kan anvendes inden for to vidt forskellige områder. Produktionen kan enten resultere i olie der kan benyttes som erstatning for fossil råolie, hvorved den økonomiske gevinst opnås når olien afbrændes og der produceres varme eller el. Det andet område olien kan anvendes indenfor er som kosttilskud. Her kan der som nævnt opnås en indtjening 1000 – 1100 kr. pr. kg.

Det der gør fiskeolie interessant er indholdet af omega-3 fedtsyrer, hvor specielt indholdet af EPA og DHA er vigtigt. Årsagen til at det netop er de marine fisk og dyr der indehol-

der blandt andet EPA og DHA er at de stammer fra havets fytoplankton, som har evnen til at syntetisere stoffet (Nettleton, 1995). Fytoplankton spises af højerestående dyr i fødekæden og opkoncentreres derved for hvert trofisk niveau. Specielt EPA og DHA er vigtige for mennesket, eftersom disse stoffer er biologisk aktive og indgår i samtlige af menneskets celler. Det afgørende faktum i denne forbindelse er at mennesket ikke selv kan producere EPA og DHA og det er derfor udelukkende gennem kosten at mennesket modtager disse. (Lucas, 2006). På denne baggrund er restfraktionerne blevet analyseret for deres sammensætning og indhold af fedtsyrer (se resultaterne på vedlagte CD). Analyserne viser et stort potentiale for at udnytte resterne i Uummannaq Kommune til produktion af fiskeolie som kosttilskud. Det er dog valgt ikke at gå videre med denne anvendelsesmulighed da det vurderes at en sådan produktion vil kræve en ekspertise, der ikke umiddelbart findes i Uummannaq Kommune på nuværende tidspunkt.

I forhold til fremstilling af ensilage ud fra fiskeaffald er problemstillingen lig den for produktion af fiskemel. Med mindre der findes et marked for fiskeensilagen blandt hundeejerne i Uummannaq Kommune, vil det skulle transporteres til andre dele af Grønland eller verden. Da prisen på ensilage ligger i omegnen af 0,8 kr. pr. liter og det koster 1 kr. pr. kg hvis det skal transporteres, vil der ikke forekomme indtjening ved denne løsning med mindre det som nævnt kan afsættes i Uummannaq Kommune, men stadig er fortjenesten beskedene. Hertil kommer samme problemstilling omkring havkalens giftighed som for fiskemel.

Kompostering kunne være en god løsning specielt hvis fiskeresterne opblandes med køkkenaffald fra husstandene. Metoden er næsten gratis og herved reduceres mængderne af affald fra dagrenovation samtidig. Der er dog to forbehold ved denne løsning; det første er, at temperaturerne i Uummannaq Kommune ville medføre at omsætningen af komposten kun vil kunne forløbe i få af årets måneder med mindre det komposteres i varmeisolerede (og eventuelt opvarmede) beholdere. Det andet forbehold er, at det der kommer ud af komposteringen er jord, som skal afsættes andre steder end Uummannaq Kommune hvis der skal være en fortjeneste. Her bliver hele fortjenesten igen opvejet af fragtomkostningerne.

Det vurderes derfor at gevinsterne ved et biogasanlæg er langt større end ved kompostering. Biogasproduktion giver ligesom kompostering, mulighed for at anvende alle restprodukter, hertil en del af det sorte spildevand. Produkterne der kommer ud af en biogasproduktion er varme, el og gødning. Den økonomiske problemstilling omkring afsætning af denne gødning ligner dog den for kompostmuld.

Et sidste alternativ er at afbrænde restprodukterne og derved udnytte restprodukterne direkte til energi. I denne forbindelse kunne en stirling motor være en mulighed idet afbrænding af brændselsmaterialet, til forskel fra en almindelig forbrændingsmotor, foregår i et eksternt forbrændingskammer, hvorfra varmen overføres til cylinderen. Det er netop denne forskel der gør at biomasse kan benyttes i en stirling motor, hvor almindelige motorer stiller langt større krav til renheden af det der afbrændes. (Stirling, 2007)

Dette alternativ forventes dog ikke at være det der udnytter restprodukterne bedst grundet arten af affald. Eftersom affaldet er organisk materiale har det et højt vandindhold (se tabel 7.1) og derfor vil en væsentlig del af energien blive brugt til at fordampe vandet, hvilket gør at direkte forbrænding ikke er det bedste valg.

4.6.1 Valg af anvendelsesmuligheder

På baggrund af vurderingen af de forskellige anvendelsesmuligheder er det valgt at finde løsninger indenfor produktion af bio – olie, produktion af biogas samt udnytte de muligheder der foreligger for direkte at eksportere dele af hellefisk og haj til markeder i Østen.

5 Teori

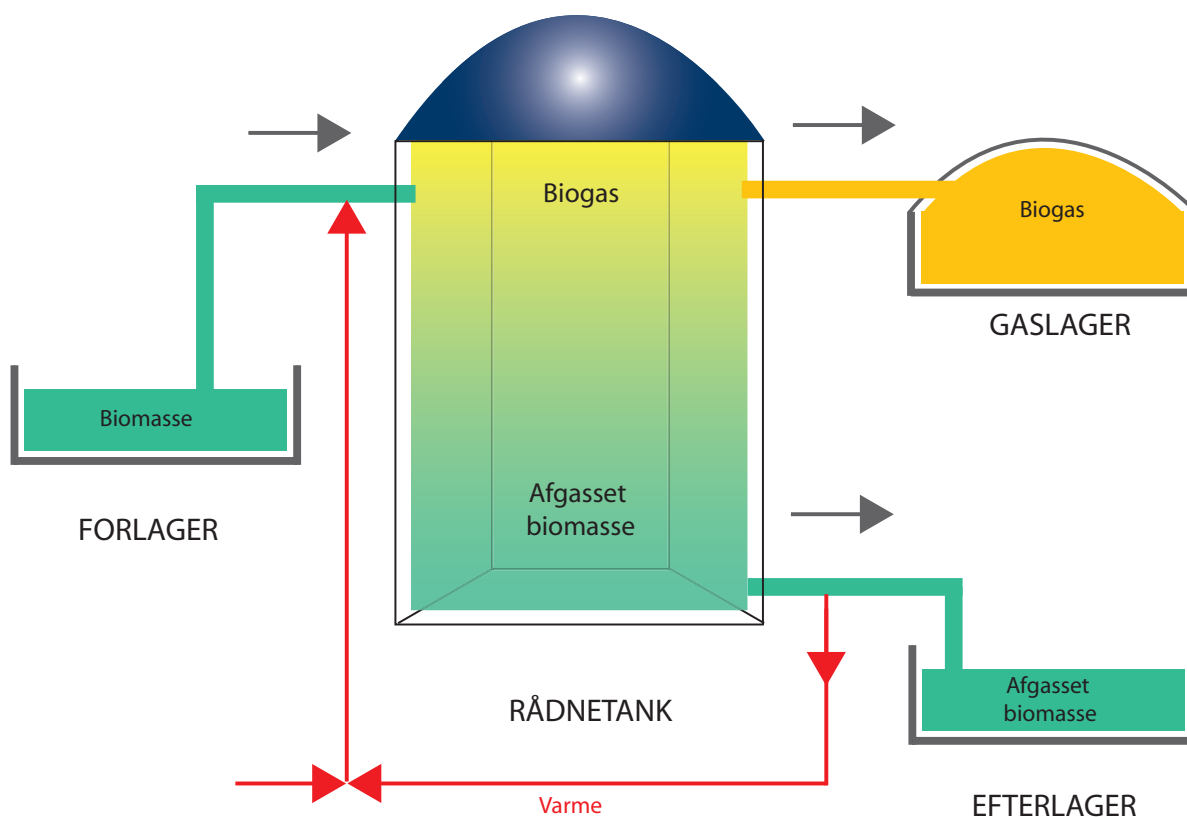
I dette kapitel vil teorien for de valgte anvendelsesmuligheder, præsenteret i kapitel 4, blive gennemgået. Det er vurderet at teorien omkring biogas og sammensætningen af biomassen samt betydningen af olies indhold af fedt bør uddybes. Hertil er teorien omkring tungmetallers ophobning gennem fødekæden samt giftigheden af tungmetallerne beskrevet.

5.1 Biogas

Som beskrevet under kapitel 3 foregår biogasproduktionen, ved at biomassen (en blanding af de forskellige biologisk nedbrydelige restfraktioner) placeres i en lufttæt tank hvor den organiske masse rådner. De iltfrie forhold medfører at de mikrobiologiske processer blandt andet resulterer i produktionen af metangas, se figur 4.1. Metangassen opsamles og udnyttes herefter til produktion af varme og/eller el.

5.1.1 Udformningen af et biogasanlæg

Selve udformningen af et biogasanlæg varierer fra anlæg til anlæg, men grundprincipperne er de samme som vist i figur 5.1. Første led i produktionen af biogas er fortanken, hvori biomassen opsamles, og hvor der sker en neddeling, hvis dette er nødvendigt. Fra fortanken pumpes biogassen over i rådnetanken og opvarmes til omkring 40 °C for at forøge den mikrobielle omsætningshastighed. Fra selve rådnetanken ledes den producerede gas over i et gaslager. Gassen består som regel af ca. 2/3 metan og 1/3 kuldioxid, lidt svovlbrinte og en smule brint. Det udrådnede materiale føres over i en lagertank, hvorfra det kan anvendes til gødning. (VVSU, 2007).



Figur 5.1 Principiel udformning af et biogasanlæg.

5.1.2 Mikrobiologiske processer i et biogasanlæg

Det første der sker når den rå biomasse tilføres biogasanlægget er, at de organiske stoffer angribes af aerobe og fakultativt anaerobe bakterier, der omsætter en lille del af det organiske materiale ved brug af den tilstedeværende ilt.

Derefter fortsættes processerne udelukkende af fakultativt anaerobe bakterier, indtil miljøet ikke længere virker iltende. Herefter overtager metanbakterierne omsætningen af de syreproducerende bakteriers affaldsstoffer, hvorved der dannes metangas. (Breum og Olesen, 1981).

I det efterfølgende er de forskellige omsætningstrin i den anaerobe nedbrydning nærmere beskrevet. Processen er i store træk vist i figur 5.2.

Hydrolyse

Det første trin i den anaerobe nedbrydning er hydrolysen af de polymere forbindelser kulhydrater, protein og fedt til mindre enheder. Forskellige grupper af fermentative bakterier kan nedbryde komplekse polymerforbindelser i affaldet til oligo- og monomerer ved at udskille ekstracellulære enzymer. (Christensen, 1998).

De forskellige bakterier der indgår i hydrolysen af proteiner, kulhydrat samt fedt og olie fremgår af tabel 5.1.

Fermentering

Efter hydrolysen absorberes de hydrolyserede produkter af fermentative bakterier og der dannes lettere omsættelige forbindelser (acetat og andre fede syrer, hydrogen samt alkoholer). Fermentering er en redoxproces, hvor det enkeltes substrat fungerer som både elektrondonor og – acceptor. Der produceres generelt mindre energi ved fermentering sammenlignet med oxidationsprocesser, hvor der indgår en ekstern elektronacceptor (ilt, nitrat eller klorede stoffer). (Miljøstyrelsen, 2005).

Acetogenesis

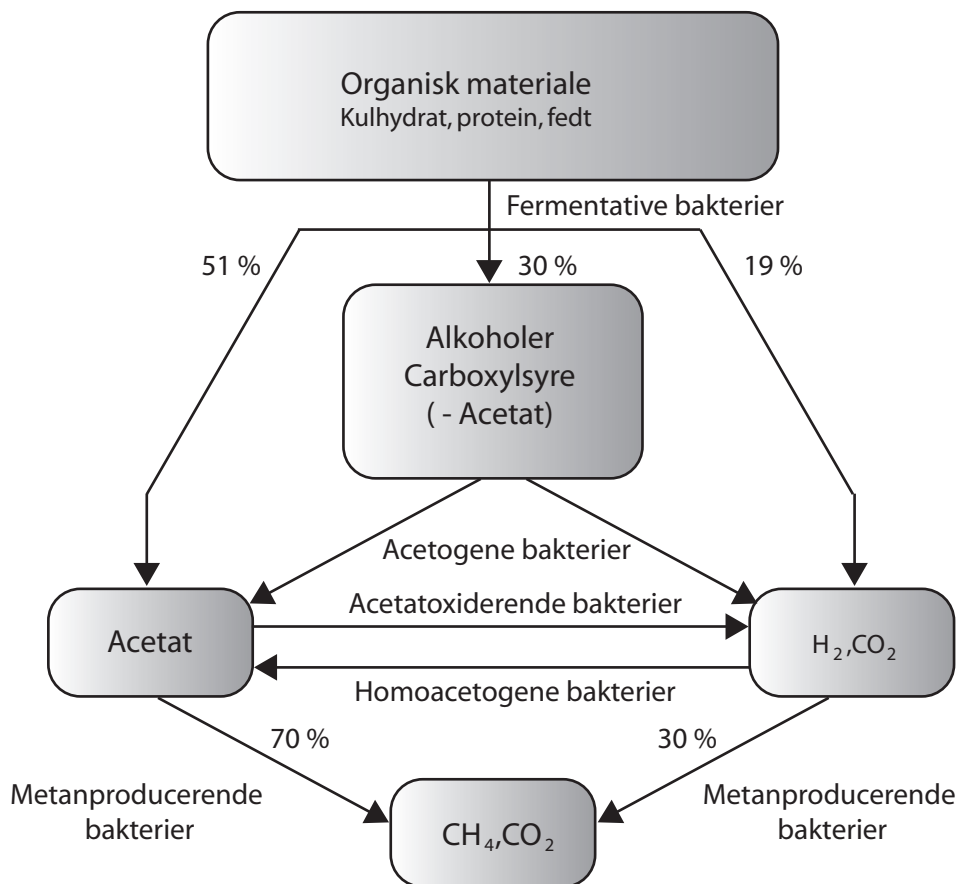
Efter fermenteringen oxideres de kortkædede fede syrer samt alkohol af de obligat hydrogenproducerende acetogene bakterier. (Christensen, 1998)

Metandannelse

Den vigtigste kilde til metandannelse er acetat (70%), mens den resterende del dannes fra H₂ og CO₂, se figur 5.2. Metandannerne opdeles i to hovedgrupper: de acetoklastiske metanbakterier og de hydrogenforbrugende metanogener. (Christensen, 1998).

Tabel 5.1 Bakterier og processer der indgår i hydrolysen. (Christensen, 1998)

Bakterier	Omdanner	Proces	Til
Proteolystiske	Proteiner	Producerer proteaser der katalyserer hydrolysen af proteiner	Aminosyrer
Cellulytiske Xylose	Kulhydrater	Producerer cellulaser og/eller xylanaser, der nedbryder cellulose og xylan (kulhydrater)	Glukose og xylose
Lipolytiske	Fedt og olie	Producerer lipaser der nedbryder fedt og olie	Glycerol og langkædede fede syrer



Figur 5.2 Carbon flow diagram fra biogasprocessen. (Boe, 2006)

Hvis cellulose er hovedkomponenten i affaldet, vil hydrolysetrinnet være det begrænsende i den anaerobe nedbrydning, mens en hovedbestanddel af let-omsætteligt materiale, som opløst stivelse, vil have omsætningen af acetat til metan som begrænsende led. (Christensen, 1998). I relation til de affaldsfraktioner, der skal behandles i Uummannaq Kommune vil omsætningen af acetat til metan potentielt være det begrænsende led. Cellulose findes i planter, hvilket derfor ikke forventes at udgøre hovedkomponenten i affald stammende fra Grønland.

5.1.3 Vigtige parametre i forhold til produktion af metangas

Foruden det mikrobielle grundlag er biogasprocessen afhængig af parametre som næringsstoffer, temperatur, pH, ammoniumkoncentrationen samt substratets potentielle hæmmende virkning.

Næringsstoffer

Der er en lang række makro- og mikronæringsstoffer der bliver interessante i relation til biogasproduktion. Et af de

vigtigste forhold for alle de involverede bakterietyper gælder mængden af kvælstof- og fosforforbindelser, da disse benyttes af bakterierne selv, til opbygning af egne bestanddele (eksempelvis protein og nukleinsyre). Det er det indbyrdes forhold mellem mængden af kulstof, kvælstof og fosfor der er afgørende for den bakterielle omsætning (Sand-Jensen og Lindegaard, 2004).

Ved biogasproduktion opereres der med et C/N forhold i intervallet $5 < C/N < 35$, bliver C/N forholdet større end 35 vil bakterierne ikke have tilstrækkeligt med kvælstof til at omsætte mængden af kulstof. Er forholdet derimod under 5 vil det procentvis høje N-indhold medføre dannelsen af ammoniak (NH_3), som er giftigt for de fleste organismer. Er C/N forholdet i orden er der normalt også tilstrækkeligt af de øvrige plantenæringsalte i materialet (Breum og Olesen, 1981). I forhold til N/P forholdet, angiver (Jenssen og Haarstad, 2007) at et ideelt N/P forhold ligger omkring 5.

Temperatur

Temperaturen er af stor betydning når det gælder metanproduktion, eftersom de forskellige metanbakterier har forskellige

krav til omgivelsernes temperatur. Der skelnes mellem (Breum og Olesen, 1981):

- Psykrofile metanbakterier – fungerer i temperaturintervallet $5^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$
- Mesofile metanbakterier – fungerer i temperaturintervallet $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$
- Termofile metanbakterier – fungerer i temperaturer omkring 50°C

Det temperaturinterval der er relevant i forhold til en biogasproduktion i Uummannaq er $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$. Dette skyldes at de psykrofile bakterier arbejder meget langsomt og at den termofile proces er meget sårbar overfor ændringer i omgivelserne (Backlund og Holtze, 2003). Desuden er det økonomisk at foretrække, at holde en relativt lav procestemperatur. Der er foretaget undersøgelser af den nødvendige tid for at 90 % af biomassen er afgasset ved forskellige temperaturer (Breum og Olesen, 1981). Resultaterne viser at hvis temperaturen holdes på $30^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$, vil 90 % af biomassen være afgasset efter ca. 35 dage. Anlæg i Danmark benytter som regel en opholdstid på omkring 21 dage. (Blåbjerg biogas, 2007)

pH

I forhold til pH i biomassen er metandannelse begrænset til et relativt snævert interval på ca. 5,5 – 8,5, hvor optimum for størstedelen af metandannerne er en pH-værdi mellem 7 og 8.

Ammonium

Under anaerob udrådning af en biomasse der indeholder store mængder ammonium (NH_3^+) og ammoniak (NH_3) kan der forekomme inhibering af den anaerobe fermentering. Dette fænomen er ret kendt i forbindelse med brug af husdyrgødning, som indeholder store mængder urin. Der er foretaget en lang række undersøgelser på området for at kortlægge i hvilke koncentrationer denne inhibering forekommer, men undersøgelserne har ikke resulteret i et entydigt resultat (Christensen et al., 1998). Det er til gengæld konstateret at problemer med hæmning på grund af ammoniak oftest forbindes med den termofile udrådning (Backlund og Holtze, 2003).

Substratinhibering

Et stort indhold af protein og lipider i biomassen kan være både godt og skidt. Hvis det tilføres i uregelmæssige mængder vil det kunne forekomme en inhibering idet både de hydrolytiske, de acidogene bakterier og metanbakterierne kan hæmmes på grund af akkumulering af langkædede fede syrer, dannet under hydrolyse af lipiderne. (Christensen, 1998). Til gengæld vil et anlæg der er tilvænnet store mængder lipider have et større udbytte da lipider har et stort energiindhold og vil blive næsten 100 % omsat til biogas.

5.1.4 Procesubalance

I (Christensen, 1998) fremhæves fire generelle årsager til at biogasprocessen kan komme i ubalance og dermed ikke forløbe som ønsket.

Hydraulisk overbelastning – bakterierne har ikke tid til at reproducere sig selv og vaskes ud af reaktoren.

Organisk overbelastning – der tilføres mere substrat end bakterierne kan nå at nedbryde.

Giftige stoffer – dette kan eksempelvis være at tungmetalindholdet er for højt og dermed hæmmer nogle af bakterierne.

Pludselige variationer – her kan sammensætning og mængde af substrat samt ændringer i temperatur og pH være årsagerne.

5.1.5 Udnyttelsesgraden af den producerede biogas

Under selve biogasproduktionen forekommer der et energitab ved processen, der svarer til omkring 40 %, denne andel forventes dog at være større under arktiske forhold. Ud af de 40 % benyttes ca. 25 % til opvarmning af anlægget, mens omkring 15 % går tabt i motoren. Nyttevirkningen er derfor kun på 60 % og denne udnyttes bedst hvis der produceres både varme og el, som det er tilfældet i en kraftvarmecen-tral. Fordelingen anslås at være 25 % til el og 35 % til varme (VVSU, 2007).

5.1.6 Biogaspotentiale

Biogaspotentialet udtrykker hvor meget biogas det pågældende materiale resulterer i under anaerob udrådning. Biogaspotentialet for et givent materiale kan enten bestemmes ved forsøg som det realiserede biogaspotentiale, eller det kan estimeres teoretisk. Det teoretiske biogaspotentiale udtrykker

som regel omkring 85 % af den reelle mængde der produceres (Miljøstyrelsen, 2003), hvilket skyldes den del af det organiske materiale der benyttes af bakterierne selv til vækst.

Der er flere forskellige metoder til at beregne det teoretiske biogaspotentiale. Det er her valgt at præsentere en metode hvor substratets sammensætning af kulhydrater, fedt og protein benyttes. Ved sammensatte prøver vælges en gennemsnitsformel for hver fraktion, således vælges formelen for sammensatte glukosemolekyler ($C_6H_{10}O_5$) som repræsentant for kulhydrat, mens fedt beskrives ved $C_{57}H_{104}O_6$ og proteiner anskues som $C_5H_7NO_2$ (Miljøstyrelsen, 2003). Ud fra disse gennemsnitsformler beregnes det teoretiske biogaspotentiale ud fra Bushwell's formel:

$$B_{O,th} = \frac{\left(22,4 \cdot \left(\frac{n}{2} + \frac{a}{8} - \frac{b}{4}\right)\right)}{12 \cdot n + a + 16 \cdot b}$$

hvor:
n er mol af C (kulstof)
a er mol af H (hydrogen)
b er mol af O (oxygen)

Det er vurderet i (Miljøstyrelsen, 2003) at kun omkring 85 % af det teoretiske biogaspotentiale realiseres i praksis.

5.2 Bio – olie

Bio-olie regnes for at være det billigste og reneste flydende alternativ til fossile brændstoffer (Coal International, 1999).

Bioolie kan opbevares, pumpes og transporteres på tilsvarende måde som produkter baseret på petroleum og kan ligeledes afbrændes direkte i motorer. Til forskel fra fossile brændstoffer regnes bio – olie for værende CO₂ neutralt og der produceres næsten ingen SO_x (svovldioxid) og kun halvdelen af NO_x (nitrogen oxid) i forhold til fossilt brændstof. (Coal International, 1999).

5.2.1 Oliens brændværdi

I Uummannaq Kommune benyttes som nævnt gasolie.

Gasolie er en fælles betegnelse for diesel og let fyringsolie.

Forskellen mellem diesel og let fyringsolie består i, at diesel er tilsat additiver for at forbedre brændstofværdien (Miljøordbog, 2007). Den nedre brændværdi for gasolie er 44.000 – 45.000 kJ/kg og svovlindholdet ligger i området 1 – 1,5 % (Boye, 1998).

For at kunne sammenligne den olie der kan udvindes fra fiskeaffaldet med den olie der bruges i dag beregnes brændværdien vha. Schwaneckes formel (Miljøstyrelsen, 2003):

$$LHV = 34,8 \cdot X_C + 93,9 \cdot X_H + 10,5 \cdot X_S + 6,3 \cdot X_N - 10,8 \cdot X_O - 2,44 \cdot X_{H_2O}$$

hvor: LHV er den nedre brændværdi
X angiver indholdet af den pågældende parameter i [g/g]

Der skelnes mellem den øvre og nedre brændværdi, hvor den nedre, som anvendes her, redigeres i forhold til den energi, der forbruges til at fordampe vandindholdet.

5.3 Tungmetal

Metaller forekommer i miljøet på forskellige former; som ioner opløst i vand, som dampe eller som salte eller mineraler i sten, sand og jord. Metallerne kan ligeledes være bundet til organiske eller uorganiske molekyler som sidder på partikler i luften. Metallerne stammer både fra menneskeskabte processer og kilder, hvor metaller udledes i luften og vandet samt fra naturlige kilder. (AMAP, 1997)

Tungmetal betegner de metaller hvis densitet overskrider 6 g/cm³ (Alloway, 1995) og jo højere den atomiske vægt er for det pågældende tungmetal, des giftigere regnes det for at være. Eftersom tungmetaller er grundstoffer, kan de ikke omdannes, men kun skifte form, hvilket bevirker, at tungmetallerne bliver meget længe i miljøet (AMAP, 1997) Tungmetaller findes naturligt i havvand og sedimenter, hvor visse er essentielle for at organismene i havet kan vokse optimalt. Dette gælder blandt andet kobber og zink, som fungerer som mikronæringsstoffer for organismene. De fleste tungmetaller bliver derfor først toksiske når de frie kationer overskrider en vis værdi. (Weber, 1993)

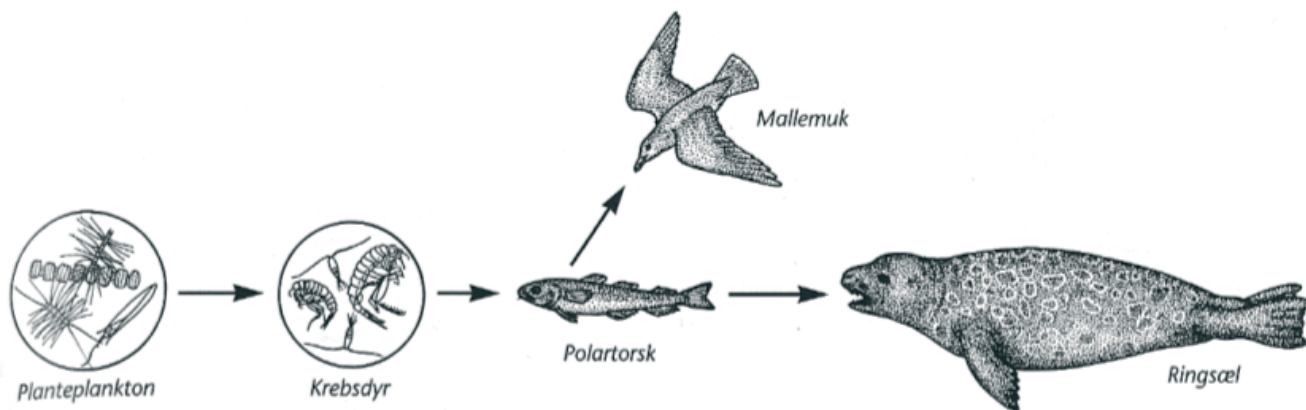
Tungmetaller er som tidligere nævnt persistente og nedbrydes derfor ikke til mindre toksiske stoffer, som det er tilfældet for en stor del af de organiske stoffer. Et af de største problemer i forbindelse med tungmetaller er deres tendens til at bioakkumulere. Hvilket resulterer i at selv små koncentrationer i havmiljøet på længere sigt kan udrette skade højere oppe i fødekæden, idet tungmetallerne opkoncentreres, se figur 5.3. Koncentrationen af tungmetallerne stiger for hvert trofisk

niveau, hvilket skyldes at en del af metallerne optages gennem tarmvæggen og udskilles langsomt.

5.3.1 Valg af kadmium (Cd), bly (Pb) og kobber (Cu)

I denne rapport er det valgt at fokusere på kadmium, kobber og bly som repræsentanter for tungmetallerne, hvilket blandt andet skyldes at netop kadmium- og blyniveauet er meget højt i Vestgrønland og at de regnes for at være nogle af de tungmetaller der er mest giftige for mennesket.

Det høje tungmetalindhold i Arktis skyldes for det første at tungmetal er til stede i forhøjede koncentrationer. Dette skyldes blandt andet at de arktiske egne modtager tungmetal, som er frembragt i andre dele af den nordlige halvkugle, hvorfra de transporteres som partikler (aerosoler), der bliver hængende i den kolde polarluft. Denne tilførsel forøger de naturligt høje koncentrationer af kadmium og kviksølv i hele det arktiske område. Jordpartikler fra erosion, der er samlet op af vinden, er på verdensplan årsagen til mere end halvdelen af al emission af krom til atmosfæren og 20 – 30 % af udledningen af kobber, nikkel, bly og zink. Vulkaner frigiver materiale fra jordskorpen, og denne kilde er ansvarlig for en væsentlig del af det kadmium og kviksølv som findes i luften (AMAP, 1997) Ikke desto mindre skal den primære årsag til det høje tungmetalindhold i arktiske arter findes i, at arter i den arktiske fødekæde vokser relativt langsomt og derfor har længere tid, til at ophobe tungmetallet.



Figur 5.3 Opkoncentrering af tungmetal i den arktiske fødekæde (Born og Böcher, 1999)

Kobber er ligeledes skadeligt for både dyr og mennesker i for høje koncentrationer, men samtidig er kobber, til forskel fra cadmium og bly, et essentielt næringsstof for både mennesker og dyr.

5.3.2 Kilder til kadmium

Kadmium benyttes i mange forskellige sammenhænge, blandt andet til legeringer, pigmenter, batterier, overfladebehandling af metal og i elektronikindustrien. Kadmium findes også i kompost, kunstgødning, staldgødning og kloakslam. (Born og Böcher, 1999)

Kadmium er et biprodukt ved fremstillingen af zink og bly, netop produktionen (pyrometallurgisk) af zink er den væsentligste kilde til kadmium i miljøet. Andre væsentlige kilder er forbrænding af fossile brændstoffer samt forbrænding af affald. (AMAP, 1997)

5.3.2 Kadmiums toksiske egenskaber

Kadmium er moderat giftigt for hvirvelløse dyr, idet kadmium virker væksthæmmende og reducerer larvers overlevelsesprocent. Hos dyr højere oppe i fødekæden, inklusiv mennesket, ophobes kadmium i nyre og lever, hvor størstedelen bindes til et bestemt protein, hvilket bevirker at kadmium er uskadeligt. Dette gør sig dog kun gældende indtil det naturlige forsvar overskrides, herefter kan kadmium medføre nyreskader og afkalkning af knoglerne. (AMAP, 1997)

5.3.4 Kilder til bly

Ligesom kadmium stammer en del af blyindholdet fra afbrænding af fossile brændstoffer samt forbrænding af affald. En af de væsentligste kilder i forbindelse med bly har været udstødningen fra biler, men denne kilde er nu kraftigt faldende i takt med overgangen til blyfri benzin.

5.3.5 Blys toksiske egenskaber

Indtagelse af bly i for store koncentrationer er sundhedsskadeligt. Bly ophobes i lever, galde, nyre og knogler. Når det er i knoglerne vil det være adskillige år om at forlade kroppen (AMAP, 1997). Typiske symptomer på blyforgiftning er beskadigelse af nerve-, mave- og tarmsystemet. Desuden vil bly hæmme produktionen af de røde blodlegemer.

5.3.6 Kilder til kobber

Som nævnt forekommer kobber naturligt i miljøet som følge af udvaskning af bjergarter. I forhold til antropogene kilder, regnes den største for at være metallisk kobber i industriprodukter som ledninger, gryder, vandrør mm. Årsagen til at der kan findes lokal forurening med kobber i vand skyldes at kobber benyttes til bundmaling af skibe for derved at begrænse væksten af alger. (Miljøministeriet, 2006)

Derudover tilføres naturen kobber fra forbrændingsanlæg og i et mindre omfang fra trykimprægneret træ (hindrer svampevækst). (Miljøministeriet, 2006)

5.3.7 Kobbers toksiske egenskaber

I for høje koncentrationer virker kobber sundhedsskadeligt, idet det påvirker fordøjelsessystemet, øjne, nyrer, lunger og lever. I vandmiljøet virker høje koncentrationer af kobber direkte toksisk på eksempelvis mikroorganismerne, hvis næringsstofkredsløb bliver påvirket. (Miljøministeriet, 2006)

5.3.8 Grænseværdier for kadmium, bly og kobber

I Danmark er der i (Slambekendtgørelsen, 2006) fastsat grænseværdier for tungmetalindholdet ved anvendelse af affald til jordbrugsformål, se tabel 5.2. Da der ikke findes værdier gældende for Grønland, benyttes grænseværdierne for Danmark.

Tabel 5.2 Grænseværdier for tungmetal i affald til biogas (Slambekendtgørelsen, 2006).

Tungmetal	Grænseværdi [mg/ kg TS]	Grænseværdi [mg/ kg P]
Bly (Pb)	120	10.000
Kadmium (Cd)	0,8	100
Kobber (Cu)	1000	Ej oplyst

6 Indsamling og behandling af prøver

Nedenstående kapitel redegør for de forskellige prøver der blev indhentet i Uummannaq Kommune samt de analyser der blev udført.

6.1 Havkalen

Fangsten og udskæringen af havkalen blev foretaget af en lokal fanger fra bygden Illorsuit. Der blev udtaget prøver af skind, kød, knogle og lever. Hensigten var at der skulle udtages fraktioner af alle dele af hajen, men desværre blev indvolde udeladt på grund af en misforståelse.

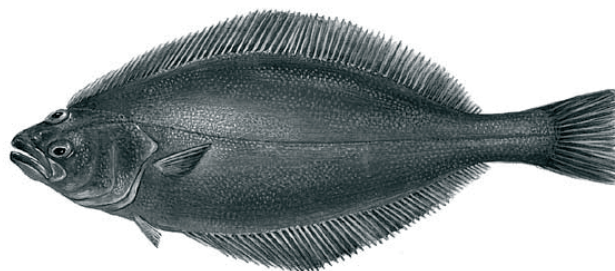


Figur 6.1 Havkalen (Google, 2007)

Eftersom hele hajen ikke blev hentet hjem har det ikke været muligt at undersøge fordelingen af de forskellige fraktioner i laboratoriet. Derfor er fordelingen af de forskellige fraktioner baseret på hvad der er opgivet i litteraturen. Leveren kan udgøre op mod en tredjedel af hele hajen (Psoriasis, 2007) og knogler udgør 6 % (Little et al., 2002). På dette grundlag antages det at leveren udgør 25 % og knogler 6 %, mens skind udgør 8 % (Mørch, 2007) og at resten af havkalen kan repræsenteres ved de analyser der foretages for kød fra havkalen.

6.2 Hellefisk

Hellefisken blev ligesom hajen indhandlet hos Uummannaq Seafood A/S i Illorsuit. Til forskel fra havkalen blev hele hellefisken indfrosset medbragt til DTU. Andelen af restfraktioner af hellefisken er derfor afvejet i forbindelse med udskæringen af fisken, se tabel 6.2. Hellefisken blev inddelt i tre fraktioner; lever, indvolde og skind som blev analyseret i laboratoriet.



Figur 6.2 Hellefisk (Google, 2007)

Tabel 6.1 Vægtprocent af de forskellige fraktioner af en havkal

Knogle	Skind	Lever	Resten
6 %	8 %	25 %	61 %

Hver fraktion blev efter hjemkomst til DTU optøet og homogeniseret vha. en stavblender.

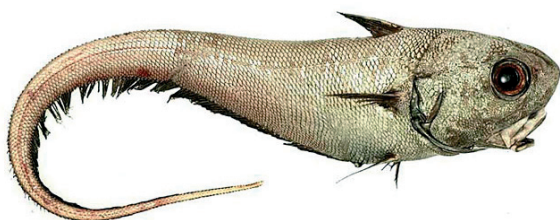
Tabel 6.2 Vægtprocent af restfraktionerne af hellefisk (bilag 1)

Knogle	Skind	Indvolde eksklusiv lever	Lever
15 %	6 %	2 %	1 %

Hver fraktion blev efter hjemkomst til DTU optøet og homogeniseret vha. en stavblender.

6.3 Skolæst

Skolæsten blev ligeledes indhandlet hos Uummannaq Seafood A/S. Den procentvise fordeling af de forskellige fraktioner blev bestemt på samme vis som for hellefisken og fremgår af tabel 6.3.



Figur 6.3 Skolæst (Google, 2007)

6.4 Sæl

Der blev indhentet en prøve af spækket fra den grønlandske sæl hos den lokale garver. andelen af spæk på en sæl er vurderet i (Brunborg et al., 2006) til at være 29 %, mens et gennemsnitligt indhold er angivet i (Born og Böcher, 1999) på 40 %. På baggrund heraf er det valgt at benytte et spækindhold i sæl på 35 %.



Figur 6.4 Sæl (Google, 2007)

Tabel 6.3 Vægtprocent af restfraktioner af skolæst (bilag 1)

Indvolde eksklusiv lever	Lever
8 %	26 %

Hver fraktion blev efter hjemkomst til DTU optøet og homogeniseret vha. en stavblender.

6.5 Analysemetoder i laboratoriet

Laboratorieanalyserne blev foretaget efter hjemkomsten til DTU, hvor alle prøvefraktionerne blev analyseret mht. tørstof og glødetab, fedtindhold, kvælstof, fosfor, totalt svovl, totalt kulstof, pH samt tungmetalindholdet. Herudover blev olie/fedtindhold bestemt på alle fraktioner eksklusiv knogle og skind fra hajen samt skindet fra hellefisken.

6.5.1 Vandindhold og glødetab

Prøverne blev tørret i 22 timer ved 105°C og glødet i 22 timer ved 550°C. Fremgangsmetode samt resultater kan ses i hhv. bilag 2 og 7.

6.5.2 Kvælstof

Indholdet af organisk bundet kvælstof og ammonium (TNK) blev målt på de våde prøver ved Kjeldahl analyse. Fremgangsmetode samt resultater kan hhv. ses i bilag 3 og 8.

6.5.3 Fedtindhold

Indholdet af fedt i de forskellige fraktioner blev målt på våde prøver. Fremgangsmetoden fremgår af bilag 4, mens resultater kan ses i bilag 9.

6.5.4 Fosfor

Fosfor blev analyseret ifølge DS 292, ud fra de tørrede prøver. Fremgangsmetode samt resultater kan ses i bilag 5 og 10.

6.5.5 Svovl og kulstof

Det totale indhold af svovl og karbon blev målt på tørrede prøver på LECO-ovn. Resultater kan ses i bilag 11.

6.4.6 pH

Værdierne af pH blev målt med indikatorpapir, resultaterne fremgår af bilag 12.

6.4.7 Tungmetal

Oplukningen af prøver til tungmetalbestemmelse af affaldsfraktionerne blev foretaget på Multiwave 3000, Anton Paar. Maskinen er indrettet med specifikationer for hver fraktion. Herefter blev indholdet af kadmium, kobber og bly analyseret vha. AAS-grafitovn. Resultater kan ses i bilag 13.

6.4.8 Fedtsyremethylestere (FAME)

Sammensætningen af fedtsyrer blev udført på de prøver der blev oplukket ved bestemmelse af fedtindhold, fremgangsmetode samt resultater ligger på vedlagte CD.

7 Resultater

I nærværende kapitel vil resultater fra laboratoriearbejde foretaget på DTU blive præsenteret og diskuteret. Alle analyser blev udført med dobbeltbestemmelse og værdierne der præsenteres i dette kapitel er derfor gennemsnittet af disse to bestemmelse. Til slut i kapitlet afvejes de udvalgte anvendelsesmuligheder i forhold til resultaterne.

7.1 Validering af resultater

Eftersom det er meget specifikke prøver har det ikke været muligt at finde tilsvarende værdier i litteraturen for alle fraktioner. Sammensætningen og indholdet i kød fra hellefisk kan til gengæld findes flere steder i litteraturen, hvorfor sammensætningen af denne fraktion kendes. Derfor er alle analyser blevet udført på kød fra hellefisk sammen med de resterende fraktioner og fungerer dermed som referencemateriale. Resultaterne er dog ikke præsenteret i selve rapporten da denne fraktion ikke er en affaldsfraktion, men resultaterne kan ses for alle analyser i de tilhørende bilag.

Desuden er resultaterne blevet fremvist for Bo Jørgensen som er seniorforsker ved Danmarks Fiskeriundersøgelser, som ligeledes vurderede at resultaterne ligger indenfor et område, der kan forventes.

7.2 Sammensætningen af affaldsfraktionerne

I det efterfølgende vil resultaterne for tørstof, organisk materiale og aske samt protein og fedt blive gennemgået. Fedtanalysen blev ikke gennemført for alle fraktioner, eftersom fedtbestemmelse på skindfraktionerne ikke var muligt grundet konsistensen af disse fraktioner.

Sammensætningen af affaldsfraktionerne dækker her over fordelingen af protein, fedt og implicit kulhydrat da denne andel findes som den organiske del fratrukket indholdet af fedt og protein. Det er valgt at præsentrere resultaterne i forhold til både tørstof og vådt materiale. Årsagen er at tørstoffordelingen benyttes under analysedelen til at estimere biogaspotentialer. Samtidig er det relevant i forhold til løsningsmulighederne at kende indholdet af den våde prøve.

7.2.1 Tørstof, organisk materiale og aske

Indholdet af vand, organisk materiale og aske i hver fraktion fremgår af tabel 7.1. Det ses at alle prøverne som forventet har et højt vandindhold, med undtagelse af leverfraktionerne, indeholder de resterende fraktioner mere end 50 % vand, hvilket understøtter vurderingen af at en afbrænding af dette materiale ikke er den mest hensigtsmæssige løsning. Indholdet af organiske materiale i alle fraktioner udgør klart størstedelen af tørstoffet, hvilket hænger godt sammen med prøvematerialernes art.

Tabel 7.1 Tørstof, glødetab, vand og askeindholdet i de analyserede fraktioner. (Bilag 7)

Art	Fraktion	Tørstof		Vand	Glødetab			Aske	
		[%]	SD		[%] våd	[%] tør	SD	[%] våd	[%] tør
Skolæst	Indvolde	21,48	0,31	78,52	18,88	87,90	1,22	2,60	12,10
Skolæst	Lever	81,56	0,04	18,44	80,62	98,85	0,72	0,94	1,15
Hellefisk	Indvolde	18,78	0,36	81,22	17,38	92,59	0,11	1,39	7,41
Hellefisk	Lever	45,54	3,68	54,46	44,50	97,72	0,34	1,03	2,28
Hellefisk	Skind	44,75	2,60	55,25	42,14	93,71	1,25	2,61	5,88
Haj	Lever	71,08	0,33	28,92	70,64	99,38	0,03	0,44	0,62
Haj	Kød	25,79	0,24	74,21	24,80	96,18	0,01	0,99	3,82
Haj	Knogle	15,85	0,51	84,15	13,68	86,29	0,34	2,17	13,71
Haj	Skind	20,53	0,07	79,47	16,75	81,60	2,52	3,78	18,40
Sæl	Spæk	95,83	0,06	4,17	95,64	99,81	0,14	0,18	0,19

Det bemærkes yderligere at knoglerne fra havkalen har et vandindhold på næsten 85 %. Dette skyldes at havkalen hører ind under kategorien bruskfisk, hvilket betyder at i stedet for almindelige knogler, består knoglerne af brusk. I havet giver det hajen den fordel at den herved kan bevæge sig hurtigere. (Little et al., 2002).

7.2.2 Protein og fedt

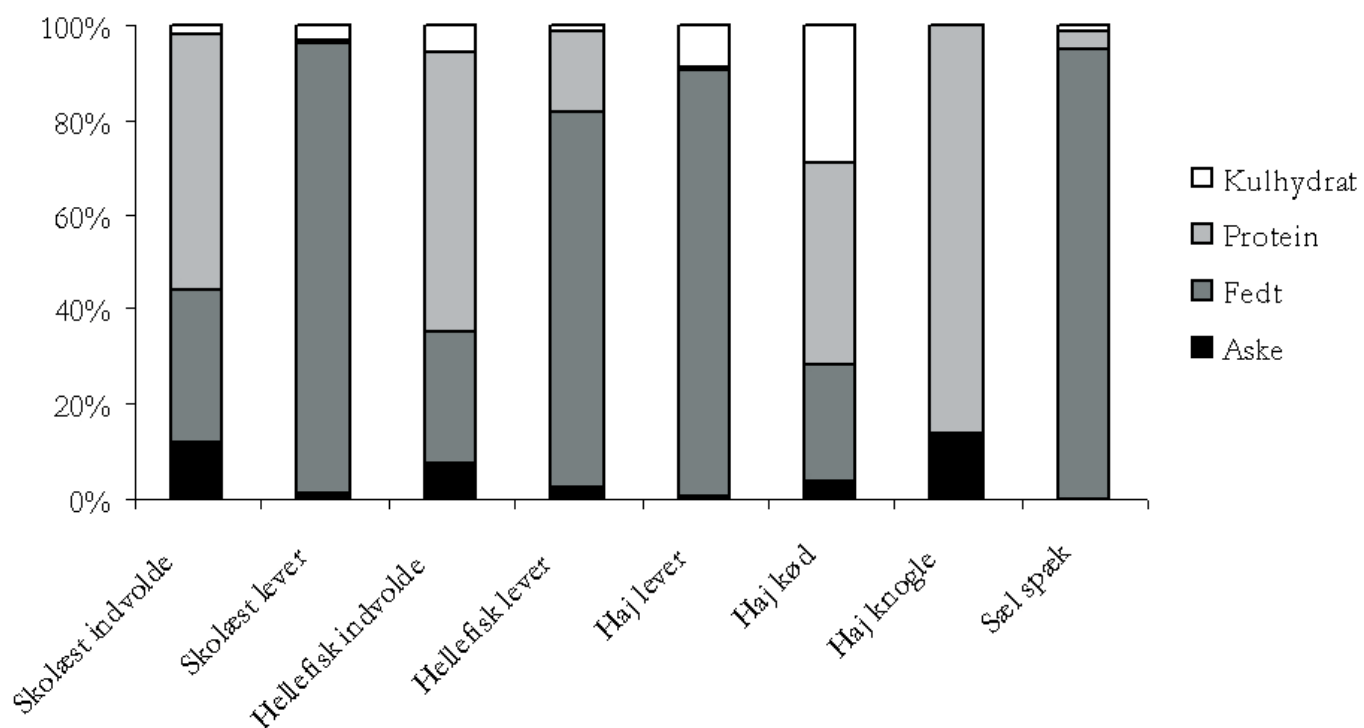
De forskellige fraktioners proteinindhold blev bestemt ud fra prøvernes indhold af kvælstof, multipliceret med omregningsfaktoren 6,25 som angiver andelen af protein i forhold til TKN (Total Kjeldahl Kvælstof). Det ses af tabel 7.2 og figur 7.1 at proteinindholdet som forventet er højere i de fraktioner der består af kød og indvolde end for eksempelvis lever og spæk. Proteinindholdet i havkalens knogler er markant højere

end nogle af de andre fraktioner. I (Little et al., 2002) beskrives sammensætningen af den brusk der udgør hajens knogler som 65 – 80 % vand og 15 – 25 % protein i forhold til den våde prøve. Dette stemmer godt overens med at der ikke kunne måles fedtindhold i denne fraktion, jf. figur 7.1.

Tabel 7.2 og figur 7.1 viser ligeledes fedtindholdet i de forskellige fraktioner. Det bemærkes at fedtindholdet er markant større i spæk og leverfraktionerne. Skolæsten skiller sig ud ved at have et fedtindhold i leveren på størrelse med spækfraktionen fra sælen.

Tabel 7.2 Fedt og proteinindholdet i affaldsfraktionerne (Bilag 8 & 9)

Art	Fraktion	Fedt			Protein		
		[%] våd	[%] tør	SD	[%] våd	[%] tør	SD
Skolæst	Indvolde	6,89	32,06	0,64	11,6	53,8	0,04
Skolæst	Lever	77,50	95,02	0,71	0,8	1,0	0,00
Hellefisk	Indvolde	5,19	27,62	0,83	11,1	59,4	0,06
Hellefisk	Lever	36,09	79,25	1,32	7,8	17,2	0,08
Hellefisk	Skind	-	-	-	1,4	3,2	0,11
Haj	Lever	63,89	89,88	2,28	0,5	0,7	0,01
Haj	Kød	6,36	24,67	0,56	11,0	42,5	0,14
Haj	Knogle	-	-	-	13,7	86,3	0,06
Haj	Skind	-	-	-	1,4	7,0	0,05
Sæl	Spæk	90,83	94,78	4,00	3,7	3,8	0,02



Figur 7.1 Viser sammensætningen af TS i affaldsfraktionerne.

7.3 Næringsstofsammensætning

Næringsstofsammensætningen er vigtig at kende i relation til produktion af biogas. Som beskrevet under teorien for biogas stiller mikroorganismerne krav til det indbyrdes forhold mellem mængden af kulstof, kvælstof og fosfor i omgivelserne. Ved biogasproduktion opereres der som nævnt med et C/N forhold i intervallet $5 < C/N < 35$ (Breum og Olesen, 1981) og et N/P forhold omkring 5 (Jenssen og Haarstad, 2007). Tabel 7.3 viser indholdet af C, N (målt som TKN) og P i forhold til den våde og den tørre prøve.

Indholdet af fosfor vurderes med et vist forbehold da bestemmelsen først lykkedes i tredje forsøg. Hvert af de tre forsøg blev udført ud fra forskellige forskrifter, hvor de to der ikke lykkedes var analyseforskrifter udarbejdet specielt til fisk ved Danmarks Fiskeriforskning. Det drejer sig om FF-Analyseforskrift nr. 501.01 og nr. 502.01. Resultaterne for fosfor i tabel 7.3 blev bestemt ud fra en forskrift, der retter sig imod sedimenter, men ikke desto mindre lykkedes det at opnå resultater.

Til verificering af resultaterne har (Miljøstyrelsen, 2004) angivet et fosforindhold på 4 % af TS for fiskeaffald. Herudfra er resultaterne ikke helt ved siden af, men der er en risiko for at resultaterne viser et for lavt indhold af fosfor i forhold til virkeligheden. Dette kan skyldes forsøgets udformning; en tørret prøve afvejes og glødes herefter, hvorpå den glødede prøve skylles over i et bægerglas for videre behandling. I dette led af analysen kan der forekomme fejl idet der er en risiko for at det hele ikke kommer fra diglen over i bægerglasset. På grund af prøvens konsistens kan dele af prøven nemlig være brændt fast i diglen, jf. forsøgsgennemgang i bilag 5. Eftersom fosforindholdet ligger på samme niveau som angivet i (Miljøstyrelsen, 2004) antages resultaterne at stemme overens med virkeligheden.

Det bemærkes tillige at der ikke figurerer resultater for fosfor og kulstof i leveren på hellefisk. Dette skyldes at der ikke var nok prøvemateriale og det var derfor nødvendigt at prioritere hvilke analyser denne fraktion skulle indgå i.

Tabel 7.3 Kulstof, kvælstof og fosfor i affaldsfraktionerne (Bilag 8, 10 & 11)

Art	Fraktion	Kulstof, C			TKN			Fosfor, P		
		[%] våd	[%] tør	SD	[%] våd	[%] tør	SD	[%] våd	[%] tør	SD
Skolæst	Indvolde	10,41	48,45	1,48	1,85	8,61	0,04	1,14	5,31	0,23
Skolæst	Lever	57,09	70	0,99	0,13	0,15	0,00	1,17	1,43	0,03
Hellefisk	Indvolde	9,17	48,85	0,78	1,78	9,50	0,06	0,79	4,21	0,08
Hellefisk	Lever	-	-	-	1,26	2,76	0,08	-	-	-
Hellefisk	Skind	23,05	51,5	0,85	0,23	0,51	0,11	2,14	4,79	0,13
Haj	Lever	52,49	73,85	1,34	0,08	0,12	0,01	1,45	2,04	0,02
Haj	Kød	16,87	65,4	0,42	1,76	6,80	0,14	0,57	2,20	0,01
Haj	Knogle	6,30	39,75	0,07	2,2	13,8	0,06	0,43	2,74	0,22
Haj	Skind	8,20	39,95	0,64	0,23	1,11	0,05	1,12	5,44	0,09
Sæl	Spæk	65,69	68,55	0,35	0,59	0,61	0,02	0,41	0,43	0,05

7.3.1 Forholdet mellem C, N og P

Figur 7.4 viser C/N og N/P forholdet for de forskellige fraktioner. Det fremgår tydeligt at ingen af fraktionerne i sig selv udgør en god biomasse. For at kunne opnå de ønskede C/N og N/P forhold er det nødvendigt at blande fraktionerne i de rette forhold. Dette aspekt vil blive yderligere behandlet under analysen.

Ved senere estimeringer af C/N og N/P forhold benyttes værdierne for skolæst lever under beregninger for hellefisk lever. Resultaterne for skolæstens indvolde ligner resultaterne for hellefisk i forhold til C/N og N/P forholdet og det vurderes derfor rimeligt at antage at det samme gør sig gældende for leverfraktionen.

Tabel 7.4 C/N og N/P forhold.

Art	Fraktion	C/N	N/P
Skolæst	Indvolde	6	2
Skolæst	Lever	457	< 1
Hellefisk	Indvolde	5	2
Hellefisk	Lever	-	-
Hellefisk	Skind	101	< 1
Haj	Lever	624	< 1
Haj	Kød	10	3
Haj	Knogle	3	5
Haj	Skind	36	< 1
Sæl	Spæk	112	1

7.3.2 Svovl og pH

Mængden af svovl i de forskellige fraktioner blev målt med henblik på både anaerob nedbrydning og produktion af bio – olie. Et højt svovlindhold vil i forhold til biogas kunne virke hæmmende for processen. Der er i (Miljøstyrelsen, 2003) dokumentation for at biogasprocessen ikke forstyrres ved svovlindhold på 0,2 % af TS. Det ses af tabel 7.5 at indvoldene fra skolæst og hellefisk samt knogler og skind fra havkalen og hellefisk overskrider dette niveau, hvilket der skal tages højde for når biomassens sammensætning analyseres.

I forhold til bio – olie er svovlindholdet ligeledes vigtigt. Sammenlignes værdierne i tabel 7.5 med indholdet i gasolie på mellem 1 – 1,5 % ses resultaterne for alle fraktioner at ligge under dette niveau, hvilket betyder at der forekommer en mindre forurening med SO_x ved brug af bio – olien.

Ved produktion af biogas vil en pH værdi udenfor intervallet 6 – 8 kunne forstyrre den anaerobe nedbrydning. Tabel 7.5 viser at alle affaldsfraktionerne overholder dette kriterium.

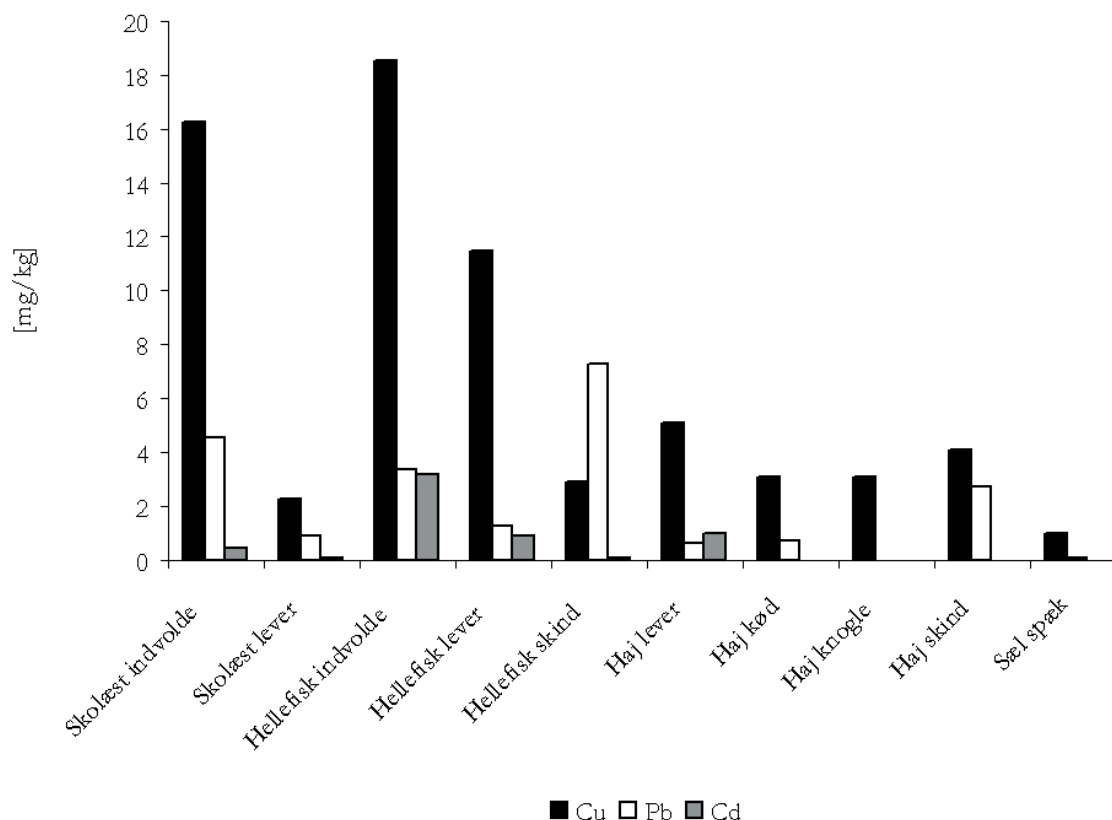
Tabel 7.5 Svovl og pH i affaldsfraktionerne. (Bilag 11 & 12)

Art	Fraktion	Svovl, S			pH
		[%] våd	[%] tør	SD	
Skolæst	Indvolde	0,14	0,64	0,03	6,5
Skolæst	Lever	0,04	0,05	0,02	6
Hellefisk	Indvolde	0,13	0,67	0,08	6
Hellefisk	Lever	-	-	-	-
Hellefisk	Skind	0,10	0,22	0,00	6,5
Haj	Lever	0,00	0,01	0,00	6
Haj	Kød	0,02	0,09	0,00	6
Haj	Knogle	0,17	1,07	0,01	7,5
Haj	Skind	0,08	0,39	0,06	7
Sæl	Spæk	0,08	0,08	0,05	6

7.4 Tungmetal

Tungmetalindholdet er væsentligt i forhold til de affaldsfraktioner der benyttes til produktion af biogas, da det er afgørende for om den afgassede biomasse må benyttes til jordbrugsformål. Tabel 7.6 viser indholdet af hhv. kobber, bly og kadmium i forhold til TS i de forskellige fraktioner.

Grænseværdierne for kobber, bly og kadmium er hhv. 1000, 120 og 0,8 mg/kg TS. Det fremgår tydeligt af figur 7.2 at alle fraktionerne indeholder mindre kobber og bly end det tilladte, hvilket derfor ikke udgør problemer i forhold til produktionen af biogas.

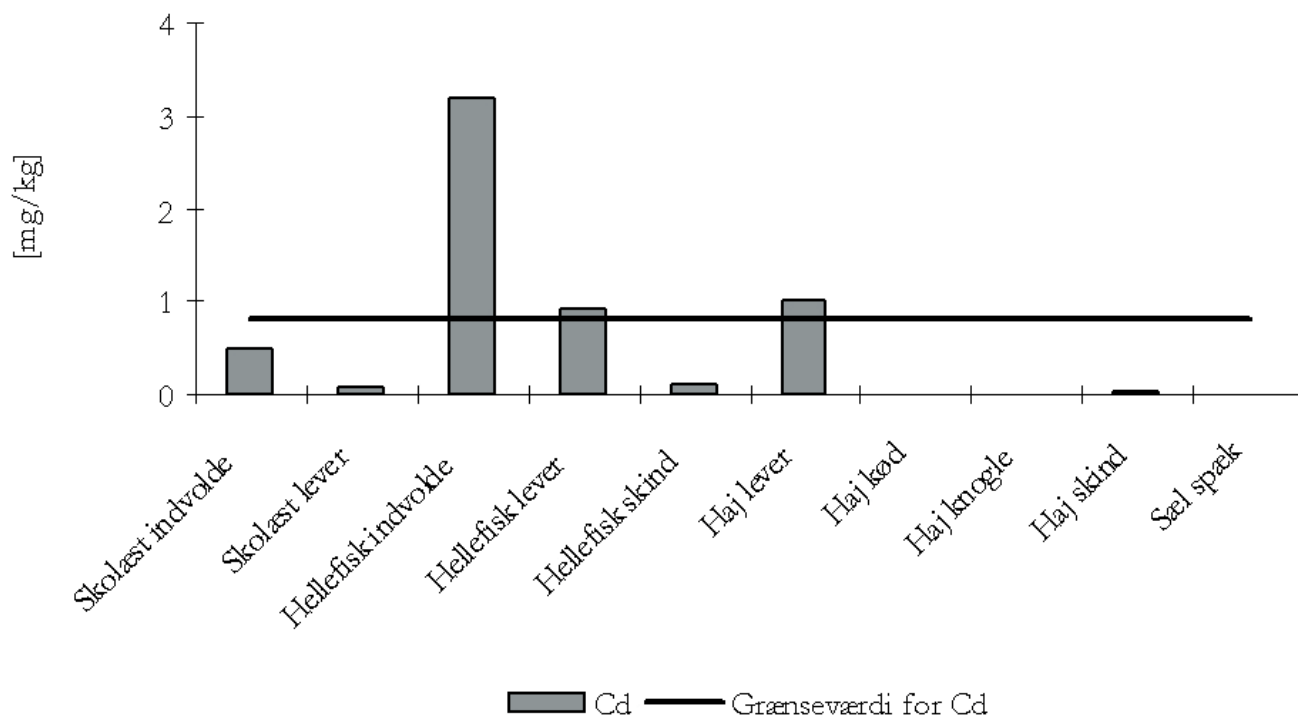


Figur 7.2 Indholdet af kobber, bly og kadmium i forhold til TS i affaldsfraktionerne.

Tabel 7.6 Cu, Pb og Cd i forhold til TS i de forskellige affaldsfraktioner. (bilag 13)

Art	Fraktion	Kobber, Cu		Bly, Pb		Kadmium, Cd	
		Cu [mg/kg TS]	SD	Pb [mg/kg TS]	SD	Cd [mg/kg TS]	SD
Skolæst	Indvolde	16,31	0,32	4,55	2,99	0,49	0,00
Skolæst	Lever	2,30	0,26	0,94	0,08	0,08	0,01
Hellefisk	Indvolde	18,57	3,19	3,37	0,22	3,19	0,78
Hellefisk	Lever	11,41	0,82	1,24	0,24	0,89	0,06
Hellefisk	Skind	2,87	0,08	7,27	0,41	0,08	0,03
Haj	Lever	5,06	0,24	0,67	0,81	1,00	0,08
Haj	Kød	3,10	0,29	0,77	0,05	0,00	0,01
Haj	Knogle	3,09	0,78	0,00	0,00	0,00	0,16
Haj	Skind	4,13	2,57	2,70	0,89	0,03	0,02
Sæl	Spæk	0,98	0,06	0,05	0,04	0,01	0,00

Dette gør sig til gengæld ikke gældende for mængden af kadmium i alle fraktionerne. Det ses i figur 7.3 at leveren i havkalen samt både indvolde og lever i hellefisk overskrider grænseværdien.



Figur 7.3 Indholdet af kadmium i forhold til TS i affaldsfraktionerne samt grænseværdi.

8 Analyse & diskussion

I dette kapitel vil resultaterne præsenteret i kapitel 7 blive analyseret i forhold til mængden af energi der kan udvindes af de enkelte restfraktioner ved henholdsvis at udnytte disse til olie eller som biomasse til biogas. På denne baggrund, sammenholdt med øvrige resultater, vurderes det hvilken anvendelse de forskellige restfraktioner bedst egner sig til. Ud fra disse vurderinger udarbejdes og diskuteres løsningsforslag for by og bygd.

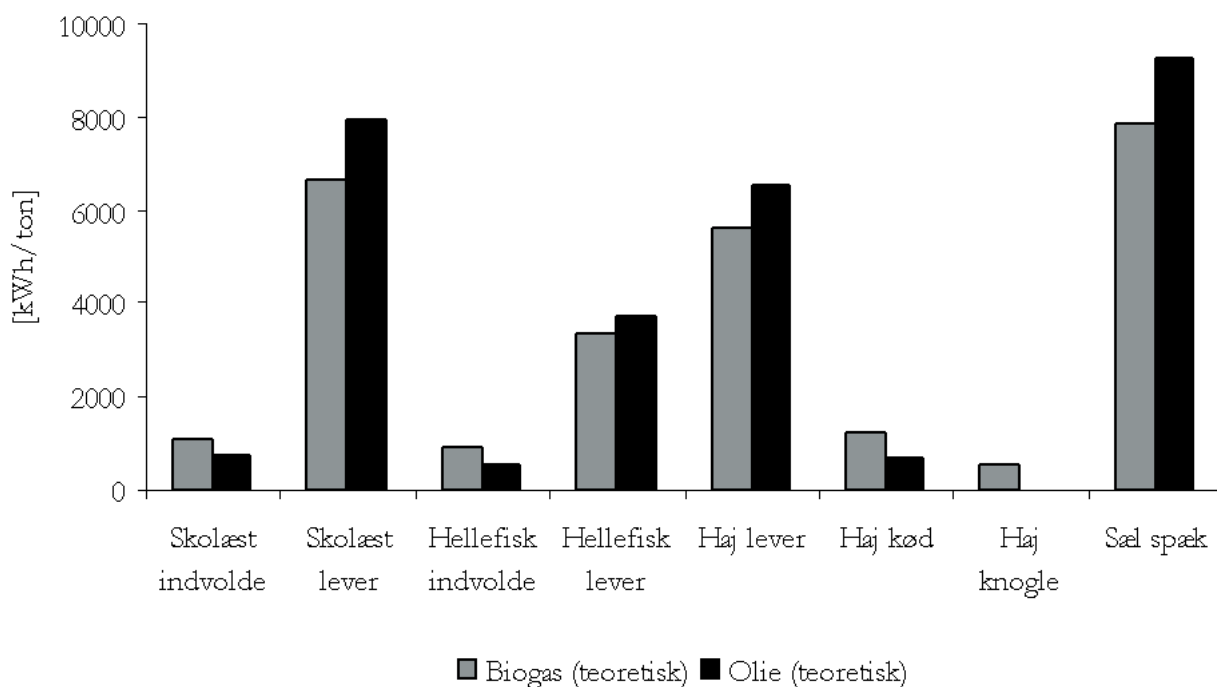
8.1 Restfraktionernes energipotentiale

Den teoretiske mængde energi der kan udvindes af de forskellige restfraktioner fremgår af figur 8.1. Det ses at fraktionerne med store mængder fedt, som forventet, har de højeste potentialer både indenfor biogas og indenfor olie, beregninger fremgår af bilag 14.

Det bemærkes at skindfraktionerne ikke figurerer i opgørelsen over energipotentialerne for biogas og olie, hvilket skyldes at

disse fraktioner ikke er specielt velegnede til hverken et biogasanlæg eller til udvinding af olie, grundet konsistensen. Derfor vurderes det at denne fraktion bør eksporteres, da der er et marked for det, ligesom hellefiskens hoved og friller allerede bliver det.

Der ses ligeledes bort fra skroget fra hellefiskene under løsningsforslagene. Denne fraktion er udeladt da den ligesom skindet ikke er nyttigt i forhold til olieudvinding eller i et biogasanlæg, da knogler er svære at nedbryde. Hvis der ikke foreligger andre alternativer kan de dog sagtens indgå i biomassen, som alligevel kræver en neddeling på grund af havkalens knogler. Som det er i dag opsamles skroget fra hellefiskene i store beholdere (se figur 3.1) og sælges eller foræres til hundeejere i kommunen. På denne baggrund sammenholdt med at ikke er fundet et bedre alternativ, vurderes det at denne fraktion fortsat vil have den bedste udnyttelse som hundefoder. For de resterende fraktioner vurderes det at leveren fra skolæst, hellefisk og havkal samt spæk fra sælen bedst udnyttes som olie. Dette skyldes at energipotentialet er størst ved produktion af olie for de pågældende fraktioner, kombineret med at



Figur 8.1 Energiindholdet i hhv. det teoretiske biogaspotential og olie (Bilag 14).

det er nemt at udskille olien fra disse. De resterende fraktioner udnyttes bedst i et biogasanlæg.

8.2 Løsningsforslag for Uummannaq by

For Uummannaq by foreslås en kombination af olieproduktion og biogas da det antages at byen er stor nok til at det er muligt at finde nok arbejdskraft og opbygge den krævede ekspertise indenfor begge områder.

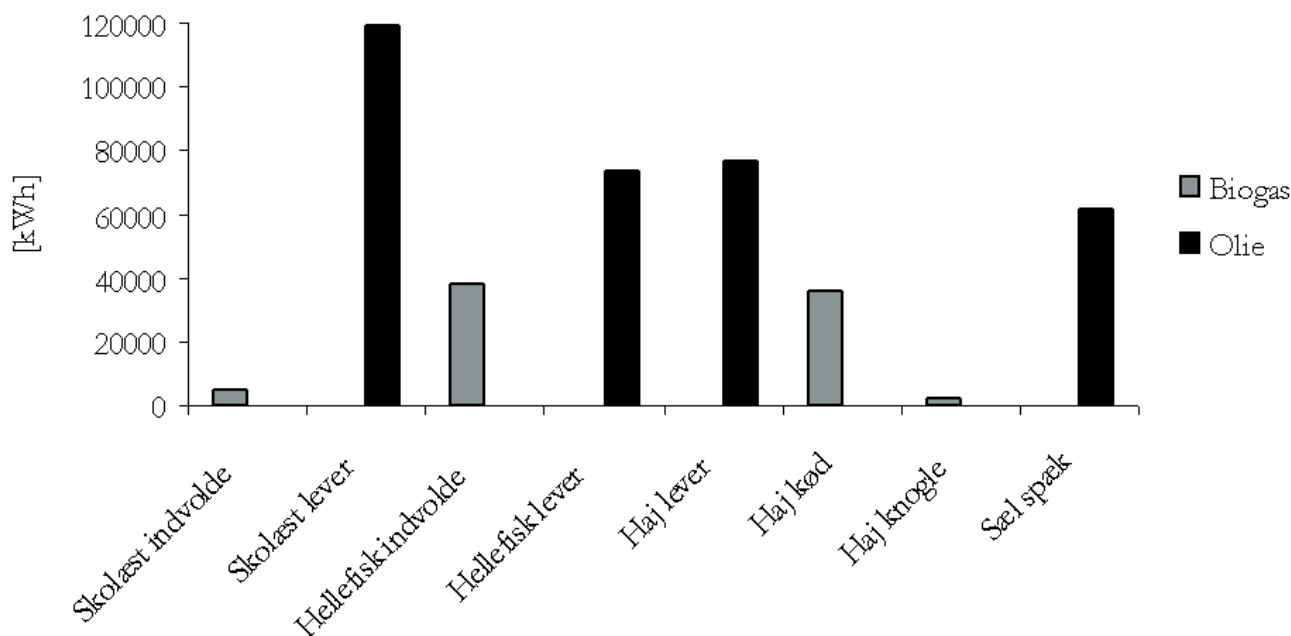
Anvendes de forskellige fraktioner som tidligere foreslået kan der i teorien produceres ca. 131 MWh fra biogas og godt 270 MWh fra olie årligt, fordelt som vist i figur 8.2. Alle beregninger foretaget for dette løsningsforslag kan ses i bilag 15.

Mængderne skal dog korrigeres for hvor stor nyttevirksomheden er ved de to processer. For biogas regnes der med en nyttevirksomhed på 60 %, som beskrevet under teorien, samme nyttevirksomhed benyttes for olien. Dette baseres på nyttevirksomheden af det eksisterende elværk i Uummannaq by. Nyttevirksomheden varierer henover året, da restvarmen primært aftages i vinter-

halvåret (Nukissiorfiit, 2007). I 2006 var nyttevirksomheden i januar på 68 %, mens nyttevirksomheden i august var på 48 % (Nukissiorfiit, 2007). Mængden af energi der kan produceres, når der er korrigeret i forhold til en nyttevirksomhed på 60 % er samlet set 240 MWh, hvilket er 3 % af Uummannaq bys samlede energiforbrug. Umiddelbart virker 3 % ikke af meget, men sammenholdes mængden af energi med at prisen på el i dag (2006) er på 2,79 kr. med en årlig stigning på 10 % frem til 2009, betyder det en indtjening på 3,71 kr. pr. kWh i 2009, hvilket for Uummannaq by samlet set giver en besparelse på 913.514 kr. pr. år.

I forhold til biogasproduktionen er der et C/N forhold på knap 10 og et N/P forhold på knap 3, hvilket ligger indenfor det område der anses for gavnligt for biogasproduktion.

I forhold til tungmetallindholdet overholder alle affaldsfraktioner kravene i forhold til kobber og bly, men ikke i forhold til kadmium, som derfor er undersøgt med denne blanding. Kadmiumindholdet i denne biomasseblanding er 0,8 mg/kg TS, hvilket betyder at den afgassede biomasse kan benyttes



Figur 8.2 Energipotential af biogas og olie i forhold til de samlede mængder i Uummannaq by

til jordbrugsformål. Som nævnt tidligere forventes dette ikke at være nogen større indtjeningskilde, eftersom prisen på 1 kg gødning ligger på omkring 1 – 1,5 kr. (Agrobizz, 2007), men til gengæld er der et marked for det i Sydgrønland og der burde derfor ikke være udgifter forbundet med at komme af med den afgassede biomasse på en hensigtsmæssig måde.

Svovlindholdet i enkelte fraktioner lå ligeledes lidt højere end hvad der anbefales for biomasse, derfor er svovlindholdet i biomassen ligeledes undersøgt. Svovlindholdet er 0,19 % S af TS og ligger dermed under 0,2 % som det blev vurderet under resultatbehandlingen er et indhold der ikke forstyrrer processen.

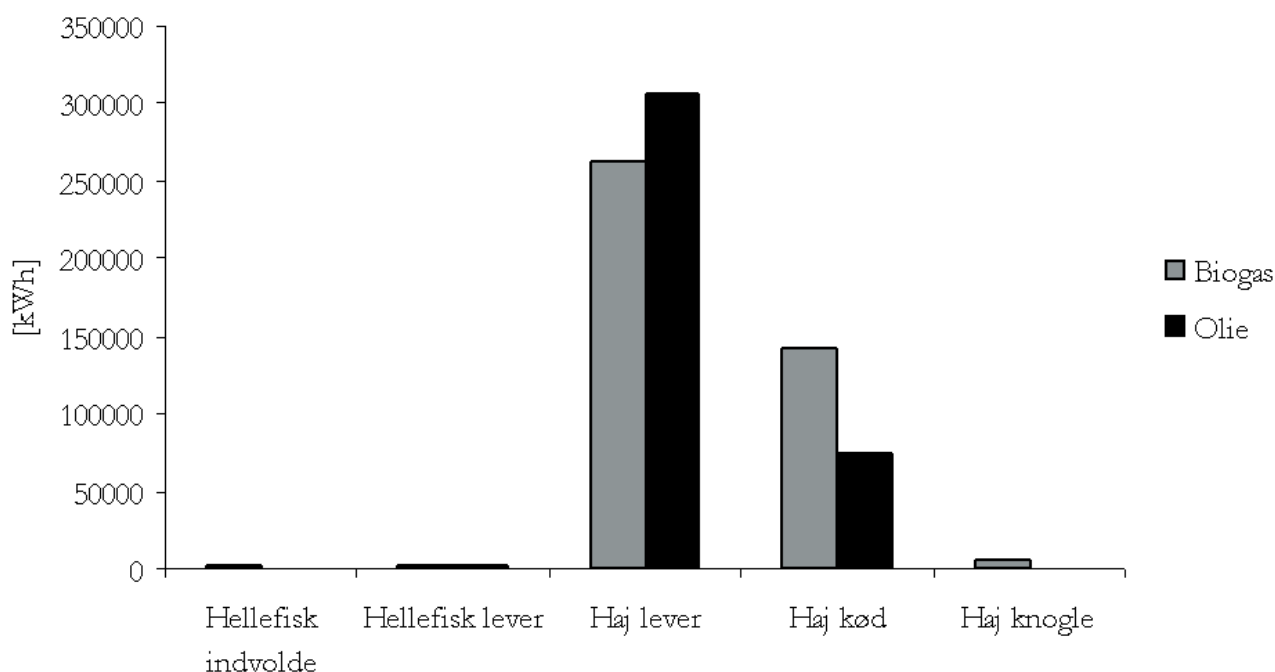
8.3 Løsningsforslag for byggerne

Her er det valgt at benytte Illorsuit som eksempel på forholdene i de mindre bygger og Saattut som repræsentant for de større bygger. Det vurderes at den bedste løsning for byggerne er at fokusere på én udnyttelsesmetode, da der kræves mandskab til at betjene de nye anlæg og det vurderes at der i forhold til

indbyggerantallet kan opstå problemer med at dække behovet for to. Alle beregninger for Illorsuit fremgår af bilag 16, mens beregninger for Saattut kan ses i bilag 17.

8.3.1 Illorsuit

I Illorsuit vil en biogasproduktion af restfraktionerne resultere i godt 700 MWh, hvilket bliver 415 MWh når der regnes med en nyttevirkning på 60 %, mens der kan produceres 384 MWh ved at udnytte alt materialet til olie, se figur 8.3. Det vurderes derfor at biogas er det bedste valg i Illorsuit. Selvom forskellen mellem de to metoder ikke er markant i forhold til den mængde energi der kan udvindes, er der samtidig flere fordele ved biogas end olie. For det første efterlader biogasproduktionen ikke unyttige restprodukter, som det er tilfældet ved olieproduktion, samtidig kan alle restfraktioner benyttes ved biogas, hvorimod eksempelvis knoglerne fra havkalen ikke kan udnyttes til olie, men til gengæld kan bidrage med en væsentlig andel når fraktionen benyttes til biogas.



Figur 8.3 Energimængden der kan udvindes af den samlede mængde affald i Illorsuit, hvis restfraktionerne benyttes til hhv. biogas eller olie.

Set i forhold til det samlede elforbrug i Illorsuit som er på 460 MWh udgør dette næsten hele forbruget. Sammenholdes dette med at C/N forholdet for biomassen ligger på knap 20 kan der eventuelt spædes op med en del af det sorte spildevand, hvorved N/P forholdet, som ligger på knap 2, samtidig vil kunne hæves, grundet det høje indhold af kvælstof i urin. I (Jenssen og Haarstad, 2007) angives den årlige mængde af C, N og P fra fæces og urin fra en person pr. år, se tabel 8.1. Ud fra disse mængder vil spildevandet fra alle indbyggere i Illorsuit kunne blandes i biomassen og C/N forholdet vil dermed ligge på 11 og N/P vil komme op på 3.

Ønskes spildevandet iblandet biomassen er det selvfølgelig nødvendigt at hygiejniserer biomassen inden den benyttes til jordbrug. Dette gøres ved enten at opvarme biomassen til mindst 70°C i en time, eller at biomassens opholdstid i rådnnetanken er minimum 10 timer ved en temperatur på mindst 52°C (Lemvig biogas, 2007).

I forhold til tungmetalindholdet er kadmiumindholdet i denne biomasseblanding fundet til 0,52 mg Cd/kg TS, hvilket betyder at den afgassede biomasse kan benyttes til jordbrugsformål.

I forhold til svovlindholdet burde der ikke forekomme problemer med denne blanding af biomasse. Svovlindholdet er fundet til 0,08 % S/ kg TS.

Tabel 8.1 Mængde og indhold i urin og fæces fra én person pr. år (Jenssen og Haarstad, 2007)

	I alt [kg]	C [kg]	N [kg]	P [kg]
Fæces	40	9	0,55	0,18
Urin	550	8	4	0,37

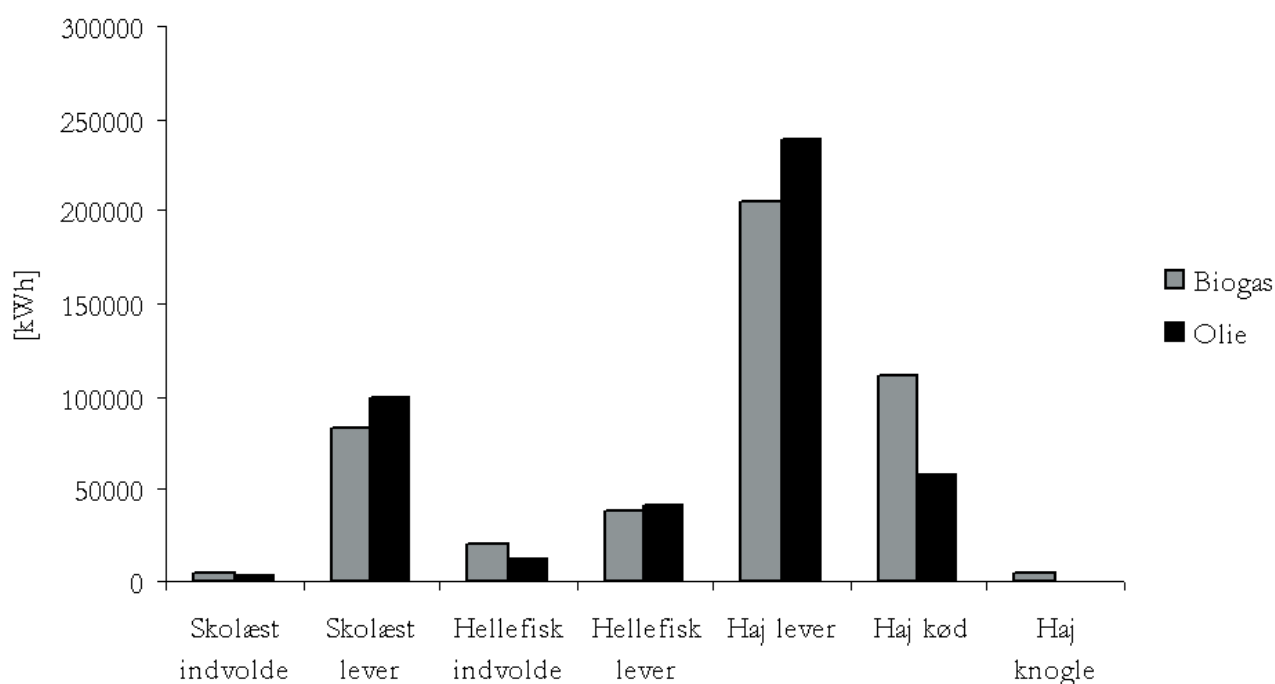
8.3.2 Saattut

I Saattut vil en biogasproduktion af restfraktionerne resultere i godt 467 MWh, hvilket bliver 280 MWh når der regnes med en nyttevirkning på 60 %, mens der kan produceres 271 MWh ved at udnytte alt materialet til olie, se figur 8.4. Det vurderes derfor på samme grundlag som i Illorsuit, at biogas er det bedste valg i Saattut, selvom om forskellen mellem de to metoder ikke er markant i forhold til den mængde energi, der kan udvindes.

Set i forhold til det samlede elforbrug i Saattut på 990 MWh udgør mængden der kan produceres ved biogas 27 %. Sammenholdes dette med at C/N forholdet for biomassen ligger på 21 kan der ligesom i Illorsuit vælges at blande en del af det

sorte spildevand i biomassen, hvorved N/P forholdet, som ligger på knap 2, samtidig vil kunne hæves. Hvis spildevandet fra 100 personer iblandes vil C/N forholdet blive omkring 10 og N/P forholdet vil komme op omkring 4. Det vurderes at det ikke er hensigtsmæssigt at sænke C/N forholdet til under 10 da det er det forhold der almindeligvis benyttes når mikro-organismers nedbrydning vurderes (Sand-Jensen og Lindegaard, 2004). Dermed kan godt 40 % af det sorte spildevand iblandes biomasse, som dermed skal hygiejniseres.

Kadmiumindholdet i blandingen er 0,64 mg Cd/ kg TS og svovlindholdet er 0,12 % af TS, begge krav er dermed overholdt.



Figur 8.4 Energimængden der kan udvindes af den samlede mængde affald i Saattut, hvis restfraktionerne benyttes til hhv. biogas eller olie.

8.4 Diskussion af løsningsforslag

Det kan diskuteres om det er rentabelt at opføre et biogasanlæg i hver bygd og om det overhovedet kan lade sig gøre. Her kan erfaringer fra blandt andet Indien og andre udviklingslande inddrages. Denne sammenligning foretages, eftersom de anlæg der benyttes i eksempelvis Indien findes mere relevante i forhold til situationen i Uummannaq Kommune end ved at sammenligne med danske biogasanlæg, som koster to og tre cifrede millionbeløb at opføre, og som er langt mere avancerede end nødvendigt i Uummannaq Kommune.

Etablering af biogasanlæg foregår i stor stil i nogle udviklingslande, hvor det mange steder har været den bedste løsning på landsbysamfundenes energibehov, og mange steder også den eneste. I år 2000 var der etableret mere end 2 millioner små biogasanlæg i Indien. Ligeledes er der i eksempelvis Sri Lanka, Vietnam og Tanzania etableret biogasanlæg i tusindvis (Noah, 2007). Der findes forskellige udformninger af disse anlæg, der varierer meget i størrelsen. Prisen på et anlæg i Indien beregnet til at omsætte 500 tons årligt er beregnet til at ligge omkring 33.000 USD (Tyner og Adams, 1977), her skal der tages forbehold for at disse beregninger blev foretaget i 1977. Beløbet er omregnet i forhold til den inflation der må forventes at have forekommet i mellemtiden til at ligge på godt 113.000 USD (Westegg, 2007), hvilket svarer til 620.000 kr. (Valutakurser, 2007). Her skal klimaforholdene selvfølgelig inddrages i vurderingen, men umiddelbart burde disse erfaringer kunne overføres til Uummannaq Kommune. Her vil en større andel af den energi der produceres dog skulle gå til opvarmning af biomassen. Samtidig kræves der en bedre varmeisolering af rådnetanken i biogasanlæggene. I forhold til at udskille olien er priserne på dekantere undersøgt. De billigste af slagsen ligger i intervallet 15.000 – 36.000 EUR (Dekanter, 2007), hvilket svarer til 112.000 – 268.000 kr. (Valutakurser, 2007). Dette er selvfølgelig ikke eksakte tal for hvad det ville koste at starte produktion af olie og biogas op i Uummannaq Kommune, men det giver et billede af priserne. Afhængigt af hvor højteknologisk et biogasanlæg der ønskes kan prisen dermed variere fra 620.000 – 75 millioner, som er prisen på et anlæg som Lemvig biogasanlæg (Brogaard og Jørgensen, 2006).

Det er valgt at afgrænse projektets omfang fra at foretage beregninger af størrelsen af de forskellige anlæg, da omfanget af biomassen ikke ligger fast. Det skyldes at der foreligger en mulighed for at blande væsentlige andele af det sorte spildevand i biomassen ude i bygderne. Dette kan ligeledes overvejes inde i Uummannaq by hvor C/N og N/P forholdet kan balanceres, ved at blande organisk husholdningsaffald i biomassen. Umiddelbart vil det være det mest hensigtsmæssige når den samlede spildevandssituation i Uummannaq Kommune anskues. Det er en stor investering at opføre et biogasanlæg og derfor bør der søges at løse så mange problemstillinger som muligt i den forbindelse. Desuden ligger der endnu en fordel i at inddrage det sorte spildevand. Et biogasanlæg fungerer bedst ved en kontinuerlig tilførsel af biomasse. Det har ikke været muligt at lave en opgørelse over om affaldsmængderne forekommer jævnt hen over året, da der ikke er nogen opgørelser over hvornår på året de forskellige havkale er fanget. Affaldet fra hellefiskeindustrien og det sorte spildevand genereres dagligt og kan derfor danne grundlaget for biomassen. Det skal dog bemærkes at der kan forekomme problemer med biogasproduktionen hvis der er store uregelmæssigheder i forhold til hvornår der fanges havkale, da dette vil give en ustabil tilførsel af biomassen og sammensætningen.

I forbindelse med det sorte spildevand skal det samtidig undersøges om aftagerne i Sydgrønland eventuelt kan have forbehold i forhold til den gødning der produceres. Umiddelbart er der ikke den store fysiske forskel på den afgassede biomasse og kunstgødning så længe kravene til hygiejniserne overholdes. (Lemvig biogas, 2007).

Hvis det som foreslået vælges at blande det sorte spildevand i biomassen skal der tages højde for at der kan forekomme proceshæmning på grund af for store mængder kvælstof.

Foruden disse forbehold anbefales det at der laves forsøg med affaldet for at få et mere præcist billede af hvad biogaspotentialitet reelt er og om processen forløber som forventet. For selvom sammensætningen af næringsstoffer er undersøgt og der er fundet et potentiale, er undersøgelsen foretaget på et relativt begrænset grundlag.

Blandt andet er der i projektet udelukkende benyttet prøver fra skolæsten til at karakterisere hele andelen af bifangst. Ligeledes ligger der en usikkerhed i de resterende fraktioner da der udelukkende er udtaget én prøve af hver. Der foreligger en risiko for at netop den fisk, haj eller det sælspek, der er analyseret ikke er repræsentativt for resten af bestanden. Derfor bør der tages flere prøver inden den endelige sammensætning kan

besluttet. Desuden bør der tages prøver af det sorte spildevand da der i beregningerne i denne rapport udelukkende er benyttet litteraturværdier. Da sammensætningen af det sorte spildevand jo unægtelig hænger sammen med hvilken mad der spises, forventes det at der kan være en anderledes sammensætning i Grønland, da den grønlandske madkultur er en del anderledes end i Danmark og Norge, hvor værdierne stammer fra.

Løsningsforslagene viser klart et potentiale for at dække en væsentlig andel af Uummannaq Kommunes elforbrug. Der er samlet set et energipotentiale på 1560 MWh i kommunen, hvilket svarer til 43 % af forbruget i bygderne eller 13 % i forhold til kommunens samlede årlige forbrug eller 615.000 kr. om året når der regnes med en nyttevirkning på 60 % og at prisen på el er 3,17 kr. i 2009. Dette tal er hvad der som minimum vil kunne produceres, idet det kun er baseret på beregninger ud fra affaldet fra fiskeri og fangst.

Opgørelsen er foretaget med udgangspunkt i løsningsforslagene for by og bygd. Det kan diskuteres om der er grundlag for at opstarte både en produktion af olie og af biogas i Uummannaq by. Argumentet for, er at energipotentialet udnyttes bedst ved at kombinere de to muligheder. Det kan dog overvejes at gøre som i bygderne og fokusere på én metode. Her fremhæves igen biogas da der ikke efterlades restfraktioner som ikke kan anvendes. En praktisk fremgangsmetode ville være at starte med et anlæg i Uummannaq by hvor ekspertise og erfaringer dermed kan opbygges og herefter overføre det til bygderne gradvist. På den anden side kan den olie der udvindes eventuelt erstatte en del af den olie der benyttes til at opvarme de private hjem rundt om i kommunen.

I forhold til miljøet er disse løsninger en klar fordel idet udledningen af restprodukterne samt spildevandet ikke længere vil foregå direkte i havet. Herved beskyttes havmiljøet. Det kan dog diskuteres om der reelt set er et forureningsproblem i forhold til Uummannaq Kommune og mængderne samt arten af det affald der stammer fra fiskeri og fangst. Havet rundt om Uummannaq by og i hele kommunen er flere hundrede meter dybt og der er en kraftig strøm så umiddelbart burde resterne fra fisker og fangst ikke skabe store problemer i havmiljøet, da det jo ikke er fremmed materiale. Til gengæld er udledningen af spildevand ikke hensigtsmæssig, da det ikke forekommer naturligt i havet.

I forhold til fiskeri og fangst ligger den største gevinst derfor i at udnytte det til energi. Her ligger både den økonomiske fordel, som er diskuteret tidligere, men hertil kommer gevinsterne i form af at denne energikilde er CO₂ neutral og at udslippet af både SO_x og NO_x reduceres. Desuden udnyttes næringsstofferne i den afgassede biomasse, hvilket reducerer mængden af kunstgødning, der ellers ville være nødvendig.

9 Konklusion

Undersøgelserne i projektet har været målrettet de fiskerester, der i dag betegnes som affald og smides i havet. I Grønland er der ikke tradition for at rense spildevandet, hvilket primært skyldes at der ikke foreligger konkrete lovmæssige krav på området. Derfor lukkes alt spildevand ud i havet da det er den nemmeste og billigste løsning.

Undersøgelser af forskellige anvendelsesmuligheder viste at der var flere alternativer til denne direkte udledning, som muligvis kan resultere i en indtjening, men som minimum vil kunne løbe rundt uden tab. Anvendelser som fiskemelsproduktion og fiskeensilage blev fravalgt da det på grund af havkalens giftighed ansås for at være uforsvarligt at blande rester fra havkalen sammen med de resterende restfraktioner. Samtidig viste opgørelser over restmængderne i Uummannaq Kommune at havkalen udgør lidt over 50 % af de samlede affaldsmængder fra fiskeri og fangst. Derfor blev det vurderet at det ikke er hensigtsmæssigt at opstille løsninger, der ikke inkluderer havkalen. Kompostering blev ligeledes overvejet, men da slutproduktet herfra udelukkende er jord vil en sådan løsning ikke medføre de store indtægter.

Da der reelt set ikke er noget incitament til at begynde at poste en masse penge i at forsøge at nedbringe udledningen af spildevand i Uummannaq Kommune eller Grønland for den sags skyld med mindre der foreligger en økonomisk gevinst ved at gøre det, er de løsningsforslag der er valgt at arbejde videre med, de anvendelsesmetoder der vil give en målbar indtjening i kommunen. Ud fra disse overvejelser blev produktion af biogas samt bio – olie valgt som bedste alternativer.

Det blev konstateret ved at undersøge næringsstofsammensætningen af blandingen af affaldsfraktioner samt relevante parametre som svovl, pH og tungmetallindhold, at en biogasproduktion er en mulighed.

Opstartes der en kombineret produktion af bio – olie og biogas af restprodukterne i Uummannaq by kan der produceres 240 MWh pr. år, hvilket svarer til 3 % af det årlige forbrug i Uummannaq by og en besparelse på godt 920.000 kr. Disse tal gælder udelukkende for restaffaldet fra fiskeri og fangst, hvilket betyder at indtjeningen vil blive større hvis der som foreslået i diskussionen vælges at inddrage det sorte spildevand og/eller det organiske affald fra husstandene i biogasproduktionen.

I bygderne blev der fokuseret på biogas, da det blev vurderet at være mest hensigtsmæssigt at fokusere på én udnyttelsesmetode på grund af arbejdskraft og oparbejdning af ekspertise. For Illorsuit, som er en af de mindste bygder, kunne biogasproduktionen potentielt dække op mod 90 % af bygdens elforbrug. Samtidig viste resultaterne af næringsstofsammensætningen at der foreligger en mulighed for at blande alt det sorte spildevand i biomassen. Herved afhjælpes hele spildevandsproblemet i Illorsuit.

I Saattut, som repræsenterer de større bygder, kunne der produceres 280 MWh, hvilket er 27 % af det samlede elforbrug i bygden. Ligesom i Illorsuit blev der påvist muligheden for at blande det sorte spildevand i biomassen. I Saattut kan spildevandet fra omkring 100 personer blandes i biomassen, som derved stadig er velegnet til biogasproduktionen, herved kan godt 40 % af spildevandet i bygden afhændes.

Projektets sigte har været at identificere alternative håndteringsmuligheder for affaldet fra fiskeri og fangst til de nuværende, der primært opererer med dumbning i havet. I løbet af projektet er der blevet belyst en række muligheder for alternativ håndtering og disse er diskuteret og det er blevet fremlagt hvad der skal til for at igangsætte sådanne initiativer. Der er etableret et løsningsforslag ud fra en vurdering af hvad der vil være mest hensigtsmæssigt for Uummannaq Kommune, som vurderes at have mulighed for en senere implementering. I løbet af projektet har det været nødvendigt at foretage en del antagelser for elementer der ikke har været tilgængelige data for. Det vurderes at dette ikke har indflydelse på projektets relevans, idet dette formår at opstille de relevante parametre for en senere validering af en endeligt valgt løsning.

10 Perspektivering

Projektet har påvist potentiale for at udnytte resterne fra fiskeri og fangst i Uummannaq Kommune til energi. Konklusionen er dog baseret på et relativt lille prøvegrundlag og det anbefales derfor at der foretages flere prøver af affaldsfraktionerne for at understøtte resultaterne i denne rapport. Herudover bør sammensætningen af det sorte spildevand undersøges. Det har været nødvendigt at gøre antagelser omkring sammensætningen af de forskellige dele af havkalen. Disse antagelser bør understøttes med praktiske afvejninger. Hvorvidt resultaterne i denne rapport kan overføres til andre steder i verden afhænger af hvilken type organisk materiale der er på lokaliteten. Havkalens udbredelse begrænser sig til den nordlige del af Atlanterhavet og de arktiske farvande og hellefisken fanges udelukkende i Arktiske områder, derfor kan erfaringer fra denne rapport primært overføres til lokaliteter i Arktis.

10.1 Løsningsforslagenes fremtidsudsigter

At der i Grønland ikke er tradition for at rense spildevandet, skyldes primært at der ikke foreligger konkrete lovmæssige krav på området. Denne håndtering af spildevand strider meget imod overbevisningen i eksempelvis Danmark, hvor der foreligger klare krav til indholdet af blandt andet næringsstoffer og organisk materiale i spildevand. Anskues løsningsforslagene derfor i relation til fremtidige krav er det meget sandsynligt at der med tiden vil være mere end blot at økonomisk incitament til at kontrollere spildevandsudledningen i Grønland. På denne baggrund peger løsningsforslagene imod fremtiden. Hvis fremtiden netop bringer strammere krav til spildevandsudledningen i Grønland vil biogasanlæg samtidig stå som et bedre alternativ til eksempelvis et renseanlæg. Sammenlignes der netop med de krav der stilles i Danmark benyttes der, med baggrund i Vandmiljøplan I – III, tre former for rensning på et renseanlæg; mekanisk (fjerner større dele der er i spildevandet), biologisk (fjerner kvælstof) og kemisk (fjerner fosfor). Under arktiske forhold vil et traditionelt dansk renseanlæg stå stille det meste af året, med mindre der benyttes energi på at opvarme vandet så det ikke fryser. Ud fra disse overvejelser vil løsninger med biogas være langt at foretrække da udgifterne til at holde bioreaktortanken opvarmet kan dækkes af anlæggets egen produktion af el.

Selvom der ikke skulle forekomme lovændringer, der medfører krav til spildevandsudledningen vil det gavne Grønlands image at tage hånd om spildevandssituationen. Grønland forbindes med en storslået natur med et anderledes og interessant fugle, dyre og planteliv og det er en skam at en del af oplevelsen som turist skal farves af at der ikke er styr på spildevandssituationen, som flere steder udmønter sig i blandt andet lugtgener. Ellers fremstår landet jo som noget af det reneste og uberørte i menneskers bevidsthed, hvilket også er årsagen til at kildevand og isterninger fra Grønland sælges med stor fortjeneste, hvor netop branding af disse produkter har været Grønlands rene natur.

10.2 Miljømæssige aspekter

Hele verdens interesse er inden for de senere år blevet fanget af spørgsmål omkring sammenhængen mellem drivhusgasser, global opvarmning og nedsmeltning af polerne. Set i dette lys er løsningerne utroligt relevante da produktion af el baseret på biogas eller bio – olie er CO₂ neutral. Herudover genudnyttes næringsstofferne i biomassen når det udnyttes til jordbrug.

10.3 Andre interesser

I forhold til at benytte fiskeolien til brændsel eller slet ikke udvinde den, men lade fedtet indgå i biogasanlægget kan dette ses som et enormt spild af en vigtig ressource. Som kort beskrevet og analyseret i projektet indeholder specielt leveren fra hellefisk, skolæst og havkal samt spækket fra sælen omega-3 fedtsyrer som er vigtige for både mennesker og dyr, og hvad der er endnu vigtigere er at dette er den eneste kilde til eksempelvis EPA og DHA. Da disse fedtsyrer dannes i havet findes de udelukkende i marine fisk, hvilket betyder at også fisk der opdrættes skal have tilført disse fedtsyrer.

Litteraturliste

Litteratur

(Agrobizz, 2007) Info omkring prisen på gødning: HYPERLINK "<http://www.agrobizz.com/static/000001/000001/002368.asp>" <http://www.agrobizz.com/static/000001/000001/002368.asp>, brugt 2007-07-28

(Alloway, 1995) Alloway, B. J., 1995. Heavy metals in soil; The University of Reading UK; published by Blackie Academic and Professional, UK.

(AMAP, 1997) AMAP, Arktisk forurening, 1997. Tilstandsrapport om det arktiske miljø; Miljøstyrelsen.

(Andreasen, 2007) Samtaler med fabriksleder, for Uummanaq Saefood A/S, Ole Andreasen under opholdet i Illorsuit i perioden 18. – 20. april 2007.

(Archer og Baldwin, 2006) Archer, M.; Baldwin, D.; 2006. Composting Seafood Waste By Windrow And In-Vessel Methods; Biocycle.

(Backlund og Holtze, 2003) Backlund, A.; Holtze, A.; 2003. Vakuumpoletter og behandling af det indsamlede materiale i biogasanlæg eller vådkompostering. Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning nr. 36, Miljøministeriet.

(Biogasforum, 2007) HYPERLINK "<http://biogasforum.com>" <http://biogasforum.com>, tilgængeligt 2007-07-01.

(Blåbjerg biogas, 2007) HYPERLINK "http://www.blaabjergbiogas.dk/blaabjerg_biogas_06_teori.htm" http://www.blaabjergbiogas.dk/blaabjerg_biogas_06_teori.htm, tilgængeligt 2007-06-01.

(Boe, 2006) Boe, K., 2006. Online monitoring and control of the biogas process. Institute of Environment & Resources, DTU.

(Born og Böcher, 1999) Born, E. W.; Böcher, J., 1999. Grønlands Økologi – en grundbog; Grønlands Miljø- og Naturforvaltning.

(Boye, 1998) Boye, F., O., 1998. Udvikling af bunkernorm for skibe. Miljøprojekt nr. 410. Miljøministeriet.

(Breum og Olesen, 1981) Breum, P.; Olesen, N. S., 1981. BIOENERGI Biogas og andre biologiske energiformer, Nucleus Kernehefte 6, Nucleus Forlag ApS.

(Brogaard og Jørgensen, 2006) Brogaard, L. K.; Jørgensen, M. W., 2006. Udledning af fiskerispildevand ved Sisimiut; Studenterprojekt ved Center for Arktisk Teknologi, DTU, Lyngby.

(Brunborg et al., 2006) Brunborg, L. A.; Julshamn K.; Nortvedt, R.; Frøylund, L., 2006. Nutritional composition of blubber and meat of hooded seal (*Cystophora cristata*) and harp seal (*Phagophilus groenlandicus*) from Greenland. Foodchemistry, Volume 96, Issue 4. Kan hentes på adressen: HYPERLINK "http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6R-4G5BJW4-1&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F2006&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=44061bfcf25c3e0da7319df622f2de6e" http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6R-4G5BJW4-1&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F2006&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=44061bfcf25c3e0da7319df622f2de6e.

(Chawes et al., 2004) Chawes, T.; Nielsen, R.; Nielsen, S. S., 2004. Strømforhold i relation til udledning af spildevand i to grønlandske byer; Studenterprojekt ved Center for Arktisk Teknologi, DTU, Lyngby.

(Christensen, 1998) Christensen, T. H. (red.), 1998. Affaldsteknologi; Teknisk Forlag.

(Christophersen, 2006) Christophersen, C., 2006. Havkalen er stor, doven og giftig – Værdien af kød fra grønlandshajen er begrænset, fordi det er giftigt. Dansk Kemi, 87, nr. 10.

(Coal International, 1999) Artikel udgivet i 1999 med titlen Coal International – East Markham Udbydes af British Library.

(Dekanter, 2007) Hjemmeside med salg af dekanter HYPERLINK "http://www.carda-engineering.de/gebrauchtmaschinen_en.php?kid=10&gclid=CJvT5Jze0Y0CFQdUZwodUktwcA" http://www.carda-engineering.de/gebrauchtmaschinen_en.php?kid=10&gclid=CJvT5Jze0Y0CFQdUZwodUktwcA. Benyttet 2007-07-31.

(DMI, 2007) <http://www.dmi.dk/dmi/vejarkiv>, tilgængeligt 2007-06-01.

(Fishbase, 2007) Info om den grønlandske haj, HYPERLINK "<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?id=138&CFID=2630364&CFTOKEN=28476540>" <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?id=138&CFID=2630364&CFTOKEN=28476540>, tilgængeligt 2007-07-01.

(Frederiksen et. al., 2005) Frederiksen, O.; Nielsen, U.; Nielsen, K.; Mai, P., 2006. Organisk industriaffald i Grønland – værktøjer til fremme af bedste tilgængelige teknik og nyttiggørelse af restprodukter, BAT – katalog nr. M. 127/001-0164, KANUKOKA (De Grønlandske Kommuners Landsforening).

(Goldhor og Regenstein, 1991) Goldhor, S. H.; Regenstein, J. M., 1991. Improving the Profitability of Finfish Processing Waste: Options for Fish Processors with an Emphasis on Mechanical Deboning (Mincing), Hydrolysis (Liquid Fertilizer Production) and Composting. New York Sea Grant Communications.

(Grønlands Lovregister, 2005) Grønlands Lovregister, 2005. Statsministeriet. Forefindes blandt andet på HYPERLINK "http://www.stm.dk/imagesUpload/dokument/Lovreg05_DA.pdf" http://www.stm.dk/imagesUpload/dokument/Lovreg05_DA.pdf.

(Grønlands statistik, 2007) HYPERLINK "<http://www.stat-green.gl>" <http://www.statgreen.gl>, anvendt i perioden marts – juli 2007.

(Greenland Tourism, 2007) <http://www.greenland.com/content/english/tourist>, tilgængeligt 2007-06-01.

(Havenet, 2007) HYPERLINK "<http://www.havenet.dk>" <http://www.havenet.dk>, tilgængeligt 2007-07-07.

(Sand-Jensen og Lindegaard, 2004) Sand-Jensen, K.; Lindegaard, C., 2004. Ferskvandsøkologi, Gyldendal.

(Jenssen og Haarstad, 2007) Jenssen, P. D.*; Haarstad, K**. 2007. Teknologi fo vannresning – bærekraftig bruk av vannressursene. *Professor, universitetet for miljø og biovitenskap, **Seniorforsker, Bioforsk Jord og miljø. Bioforsk. Kan hentes på: HYPERLINK "<http://www.polyteknisk.no/content/search?SearchText=haarstad&SearchButton=S%F8k>" <http://www.polyteknisk.no/content/search?SearchText=haarstad&SearchButton=S%F8k>. 2007-07-30.

(Jørgensen, 2007) Billeder taget under ophold i Uummannaq Kommune 17. – 27. april 2007.

(Kortx, 2007) HYPERLINK "<http://www.kortx.dk/politisk-kort-over-arktis>" <http://www.kortx.dk/politisk-kort-over-arktis>, tilgængeligt 2007-06-23.

(Kruse, 2007) Samtale med Jakob Kruse, Sælkskindsgarveren i Uummannaq (den eneste) den 26. april 2007.

(Labansen, 2007) Mailkorrespondance med Jørgen Peter Labansen som arbejder for erhvervsrådet i Sisimiut.

(LandboNord, 2007) HYPERLINK "http://www.landbonord.dk/artikler/afgroedenyt/pdf_vis.asp?keyword=354" http://www.landbonord.dk/artikler/afgroedenyt/pdf_vis.asp?keyword=354, tilgængeligt 2007-06-01

(Lemvig biogas, 2007) Hygiejniserings af biomasse: HYPERLINK "http://www.lemvigbiogas.dk/lemvig_biogas_04_goedning.htm" http://www.lemvigbiogas.dk/lemvig_biogas_04_goedning.htm, tilgængeligt 2007-07-29.

(Little et al., 2002) Little, M. Ø.; Olsen, O.; Christophersen, C., 2002. Hajbrusk kvæler svulster. Dansk kemi, 83, nr. 6/7, Tema: Medicinalkemi, side 22 – 23.

- (Lucas, 2006) Lucas, I., 2006. Omega-3 EPA/DHA and the Major Dietary Deficiency in the Western Diet. AACC International Inc.
- (Miljøstyrelsen, 2003) Miljøprojekt nr. 802, 2003. Basisdokumentation for biogaspotentialiet i organisk dagrenovation. Miljøstyrelsen.
- (Miljøstyrelsen, 2004) Miljøprojekt nr. 925, 2004. Udvikling af metoder til udnyttelse af animalsk affald i biogas og udvinning af fosfor fra kød- og benmelsforbrænding. Miljøstyrelsen
- (Miljøstyrelsen, 2005) Miljøprojekt nr. 983, 2005. Stimuleret in situ reduktiv deklorerer. Vidensopsamling og screening af lokaliteter - Hovedrapport. Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.
- (Miljøministeriet, 2006) Miljøministeriets anvisning for kobber HYPERLINK "https://secure.mim.dk/simi/datakode/stof.asp?stof_id=20" https://secure.mim.dk/simi/datakode/stof.asp?stof_id=20 tilgængeligt 2006-12-01.
- (Miljø- og Energiministeriet, 1997) Bekendtgørelse nr. 299 af 30. april om affald. Miljø- og Energiministeriet, København.
- (Miljøordbog, 2007) HYPERLINK "http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Akt-proj/ordspec.asp?ID=1120" http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Akt-proj/ordspec.asp?ID=1120 tilgængeligt 2007-07-22
- (Møller, 2007) Mailkorrespondance med Niels Ole Møller som er fabrikschef på Royal Greenland i Uummannaq.
- (Mønsted, 2007) Mailkorrespondancer i perioden 1. marts – 20. juli 2007 samt personlige samtaler i perioden 17. – 27. april 2007 i Uummannaq med kommuneingeniør for Uummannaq, Niels Mønsted.
- (Mørch, 2007) Mailkorrespondancer i perioden 1. maj – 20. juli 2007 samt personlig samtale den 26. april 2007 i Uummannaq med erhvervschef Hans Peter Mørch i Uummannaq Kommune.
- (Nettleton, 1995) Nettleton, J. A., 1995. Omega-3 Fatty Acids and Health. Institute of Food and Technologists. Chapman & Hall, a Thomson Publishing Company.
- (Nicholls et al., 2002) Nicholls, D.; Richard, T.; Michales, J. A., 2002. Wood and fish residuals composting in Alaska, Biocycle.
- (Noah, 2007) HYPERLINK "http://www.global-klima.org/Kap%2010/s10_7c2.html" http://www.global-klima.org/Kap%2010/s10_7c2.html, benyttet 2007-07-30
- (Nukissiorfiit, 2007) Oplysninger givet over mail fra driftschef Martin R Nielsen ved Grønlands Energiforsyning.
- (Pedersen, 2002) Pedersen, H., 2002. Det moderne Grønland; Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.
- (Psoriasis, 2007) Hjemmeside omkring fiskeolie HYPERLINK "<http://www.psoriasis.com/shark.html>" <http://www.psoriasis.com/shark.html>, tilgængeligt 2007-07-23.
- (Slambekendtgørelsen, 2006) BEK NR. 1650 af 13/12/2006, bilag 2. Forefindes på flg. Link: http://147.29.40.91/_LINK_0/0&ACCN/B20060165005
- (Statsministeriet, 2001) Oversigt over, hvilke sagsområder hjemmestyret har overtaget. HYPERLINK "http://www.stm.dk/imagesUpload/dokument/Lovreg05_DA.pdf" http://www.stm.dk/imagesUpload/dokument/Lovreg05_DA.pdf, tilgængeligt 2007-07-15
- (Stirling, 2007) info omkring stirling motor. HYPERLINK "<http://www.stirling.dk/default.asp?ID=137>" <http://www.stirling.dk/default.asp?ID=137>, tilgængeligt 2007-07-28.
- (Sælen, 2007) HYPERLINK "<http://www.santa.gl/dk/Groenland/Dyreliv/S%c3%a6len/Sael.htm>" <http://www.santa.gl/dk/Groenland/Dyreliv/S%c3%a6len/Sael.htm>, tilgængeligt 2007-07-23.
- (Tyner og Adams, 1977) Tyner, W. E.; Adams, J., 1977. Rural Electrification in India: Biogas versus Large-Scale Power. Ud-

drag af Asian Survey, Vol. 17, No. 8. (Aug., 1977), pp. 724
– 734. University of California Press.

(Uummannaq, 2005) Billederne er hentet fra HYPERLINK
“<http://www.uummannaq2005.dk/>” [http://www.uumman-
naq2005.dk/](http://www.uumman-
naq2005.dk/) den 8. juli 2007.

(Uummannaq Kommune, 2007) Regnskab og budgetter for
Uummannaq Kommune i tidsrummet 1986 – 2001.

(Valutakurser, 2007) Valutaomregner HYPERLINK “[http://
www.valutakurser.dk/currency/CurrencyConverter.aspx](http://www.valutakurser.dk/currency/CurrencyConverter.aspx)”
[http://www.valutakurser.dk/currency/CurrencyConverter.
aspx](http://www.valutakurser.dk/currency/CurrencyConverter.aspx), benyttet 2007-07-31.

(VVSU, 2007) Hjemmeside tilknyttet vvs-uddannelse HY-
PERLINK “<http://vvsu.dk/biogas1.htm>” [http://vvsu.dk/bio-
gas1.htm](http://vvsu.dk/bio-
gas1.htm) tilgængeligt 2007-05-06.

(Weber, 1993) Weber, R. E., 1993. Effekter af iltsvind og
tungmetaller på marine bunddyr; Miljøstyrelsen.

(Westegg, 2007) Inflationsomregner HYPERLINK “[http://
www.westegg.com/inflation/](http://www.westegg.com/inflation/)” [http://www.westegg.com/infla-
tion/](http://www.westegg.com/infla-
tion/), benyttet 2007-07-31.

(Young og Freedman, 2004) Young, H. D.; Freedman, R. A.,
2004. Sears and Zemansky’s UNIVERSITY PHYSICS with
Modern Physics. 11th Edition, Pearsen Addison Wesley.

Her indsættes bilagssnittet istedet for denne side