

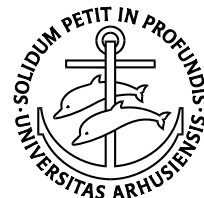
# Vejledning til kravspecifikationerne for refleksionsseismiske data optaget i forbindelse med hydrogeologiske undersøgelser

Egon Nørmark og Holger Lykke-Andersen

Geologisk Institut



Aarhus Universitet



September 2009

# Vejledning til kravspecifikationerne for reflektionsseismiske data optaget i forbindelse med hydrogeologiske undersøgelser

I det følgende vil der blive givet en vejledning til kravspecifikationerne i forbindelse med levering af reflektionsseismiske data. Vejledningen gives på grundlag af erfaringer med reflektionsseismiske data, der er optaget ved hydrogeologiske undersøgelser i Danmark.

## Indhold

### 1 Indledning

### 2 Specifikationer ved levering af seismiske rådata

#### 2.1 Seismiske rådata

#### 2.2 Beskrivelse af de seismiske rådata – Rawinfo filen

#### 2.3 Positionering af seismiske rådata

##### 2.3.1 Processering af positionsdata

##### 2.3.2 Positioner for fikspunkterne (stationerne)

##### 2.3.3 Kilde- og modtagerpositionerne

### 3 Stackede seismiske data

#### 3.1 Generelt om stackede seismiske data

#### 3.2 Forskellige versioner af de stackede data

### 4 Specifikationer til levering af stackede seismiske data

#### 4.1 Generelle oplysninger om det stackede seismiske profil

#### 4.2 Oplysninger der knytter sig til sporene i det seismiske profil

##### 4.2.1 Hastighedsmodel til feltstatics korrektion

#### 4.3 Informationer relateret til de stackede seismiske data

#### 4.4 Rapporter og udplotninger

## Appendix

Eksempel på Rawinfo fil

Seg-Y formatet

Eksempel på filstruktur og navngivning af filer for data relateret til et seismisk profil

## 1 Indledning

Traditionelt foretages i forbindelse med reflektionsseismiske undersøgelser en skriftlig afrapportering, der bl.a. inkluderer udplotninger af de stackede seismiske data. Ud over den skriftlige afrapportering er det vigtigt at digitale seismiske data med en fyldestgørende beskrivelse af disse foreligger. Den herværende vejledning præciserer hvilke digitale oplysninger der er nødvendige og hvilken form og struktur data bør have.

Velorganiserede data er vigtige for at opnå en optimal udnyttelse af de digitale seismiske data og for at muliggøre reprocessering af data, enten med henblik på forbedring af resultatet eller med henblik på udnyttelse af data i andre sammenhænge end de oprindeligt var tiltænkt. Digitale seismiske data leveres i dag allerede i vid udstrækning, men til tider på lidt forskellig form. Specielt kan der være forskel på, hvorledes detaljerne omkring optagelserne og processeringen er beskrevet. Med en præcisering og en vis grad af harmonisering, vil det givetvis blive lettere fremover at tilgå data. Der vil i den herværende vejledning ikke i alle situationer blive givet fuldstændig stringente formatbeskrivelser, som muligvis kan være svære at efterleve. Derimod vil de nødvendige oplysninger blive udpeget og et forslag til datastrukturer blive givet.

De digitale seismiske data omfatter både stackede seismiske data og seismiske rådata. Hvad angår rådata vil der blive givet en vejledning i hvorledes positioneringsdata organiseres. Desuden anbefales det, at der etableres beskrivende tekstfiler med informationer, som knytter sig til rådata og til de stackede seismiske data. Ganske vist findes der headere i de seismiske data formater, som kan rumme noget af denne information, men disse headere er af begrænset størrelse og kan være svære at læse, medmindre man er i besiddelse af tolknings- eller processeringssoftware. Eksterne filer er derimod lette at etablere og meget lettere at læse igen.

Hvad angår stackede seismiske data præciseres hvilke informationer der bør indlejres i headerne på de seismiske data. Endelig specificeres hvilke versioner af de stackede seismiske data der ønskes leveret.

## 2 Specifikationer ved levering af seismiske rådata

De seismiske rådata omfatter selve de seismiske data, oplysninger om positionerne for optagelserne samt informationer om hvorledes data er optaget. I det følgende beskrives hvorledes disse data bør foreligge.

### 2.1 Seismiske rådata

De seismiske rådata leveres i enten Seg-D, Seg-Y, eller Seg-2 format. Se [www.seg.org](http://www.seg.org) for en detaljeret beskrivelse af disse dataformater.

### 2.2 Beskrivelse af de seismiske rådata – Rawinfo filen

Sammen med de seismiske rådata leveres desuden en beskrivende (ASCII) tekstfil, her kaldet *RawInfo* filen, hvor alle relevante oplysninger i forbindelse med de seismiske rådata er listet. Denne fil inkluderer bl.a. en beskrivelse af det seismiske udstyr, den seismiske kilde, optageinstrument, optageparametre, optagegeometri etc. RawInfo filen indeholder således en fuldstændig beskrivelse af rådata, som sammen med positioneringsoplysningerne, gør det muligt at processere og vurdere de seismiske data.

Filer med de seismiske rådata, RawInfo filerne og positionsfilerne lagres på samme medium (samme CD/DVD), således at disse data altid følger hinanden. Med introduktion af den såkaldte Rawinfo fil er man uafhængig af trykte rapporter, som har en tendens til ikke altid at følge de digitale data. Desuden giver den et hurtigt overblik over data.

Et undersøgelsesområde består ofte af flere seismiske linier, som er optaget og behandlet på næsten samme vis. RawInfo filer kan i reglen blot kopieres fra en master fil, og mindre modifikationer foretages for de enkelte profiler.

Et eksempel på RawInfo filen er angivet i Appendix.

### 2.3 Positionering af seismiske rådata

Den absolutte position for optagelserne er normalt baseret på kildepunkternes positioner. Kildepunktternes positioner danner således grundlag for stedfæstelse af det seismiske profil.

Modtagerpositionerne vil i reglen være beskrevet relativ til kildepunkternes positioner. Den relative positionering for kilde- og modtagerpunkter håndteres ved brug af fikspunkter, - stationer med en tilnærmelsesvis konstant indbyrdes afstand.

Stationsnummereringen er en endimensional positionsangivelse, angivet i form af heltal, som er proportional med afstanden langs profilet. Afstanden mellem stationerne defineres normalt som afstanden mellem geofonerne. Hvis der anvendes variabel geofonafstand, bruges den mindste geofonafstand. Stationsnumrene definerer som nævnt den relative optagegeometri, dvs. afstandsrelationerne mellem kilde- og modtagerpunkterne. Der kræves her en betydelig bedre præcision end ved den absolutte positionering af profilet. Den absolutte fejl på positionerne bør i denne sammenhæng være mindre end 10.0 m og den relative fejl mindre end 1.0 m.

Før der gives en nærmere beskrivelse af hvordan data organiseres, er det værd at skelne mellem to forskellige situationer:

1) Regelmæssig optagekonfiguration, hvor modtagerpositionerne er defineret som en konstant forskydning i forhold til kildepositionerne. Dette er tilfældet i forbindelse med slæbeseismik.

2) Uregelmæssig optagekonfiguration, hvor modtagerpositionerne ikke på systematisk vis er givet ud fra kildepositionerne. Dette vil typisk være tilfældet for seismiske optagelser foretaget med håndudlagte geofoner.

Ved den regelmæssige optagekonfiguration er kildepositionerne strengt taget tilstrækkelige, idet modtagerpositionerne er defineret ud fra disse. Stationsnumre er dog hensigtsmæssige af hensyn til processeringen, og er med til at forenkle beskrivelsen af data, hvorfor stationsnumre anvendes i begge situationer.

I det følgende gives konkrete anvisninger på, hvorledes positionsoplysningerne håndteres og organiseres. Der anmodes om to filer med positioner for hvert profil. En fil angiver UTM positioner og terrænkoter for samtlige stationsnumre langs profilet. En anden fil beskriver kilde- og modtagerpunkternes indbyrdes placering ved hjælp af stationsnumre. Desuden angives i sidstnævnte fil relationen til de digitale seismiske rådata i form af filnumre.

Fil formatet kan enten være en simpel tekstfil (ASCII), eller evt. Excel filer. For læsning af filerne er det bekvemt, at der kun er en overskriftsline og at der er en veldefineret kolonneseparation, hvilket beskrives i RawInfo filen.

Formatbeskrivelsen i det følgende er ikke ment som en stringent formatbeskrivelse, men som en anvisning på hvilke oplysninger der er nødvendige og hvorledes data kan struktureres. I praksis kan man dog følge anvisningen direkte. Alternativt kan data organiseres i SPS formatet, som er standard format til beskrivelse af positioner for 3D seismiske data, primært anvendt i forbindelse med olieeftersforskning. Det bør oplyses at SPS formatet opererer med tre filer for hvert profil. Se [www.seg.org](http://www.seg.org). SPS Formatet har dog den ulempe at det ikke på smidig vis håndterer variable geofonafstande. Dette resulterer i unødvendigt store filer.

### **2.3.1 Processering af positionsdata**

Positionerne for rådata er i reglen baseret på kildepunkternes positioner, som normalt vil være tilvejebragt ved hjælp af GPS målinger. GPS målingerne kan i områder med skove eller i områder med dårlige modtageforhold være behæftede med forholdsvis store fejl. Hvis fejlen for positionerne for dele af linien er uacceptabel stor og/eller disse ikke eksisterer for alle kilde- og modtagerpunkter anmodes om processerede positioner, hvor fejlen i positionerne er minimeret og hvor interpolation af manglende punkter er foretaget. Med processerede positioner menes også positioner, der er bragt i overensstemmelse med forløbet af linien og de direkte afstandsmålinger mellem kildepunkterne.

### **2.3.2 Positioner for fikspunkterne (stationerne)**

Alle fikspunkter langs med profilet vil efter processering og interpolation have fået tildelt koordinater. Disse angives i en kolonnesepareret fil med Stationsnumre (Sta), UTM positioner (UTME, UTMN), samt terrænkoter (Elev). Et udsnit af en sådan fil kunne se således ud:

Sta	UTME	UTMN	Elev
100	500000.0	6250000.0	50.0
101	500000.0	6250005.0	50.1
102	500000.0	6250010.0	50.3
103	500000.0	6250015.0	50.4
104	500000.0	6250020.0	50.2
105	500000.0	6250025.0	50.0

#### Terrænkote:

Det bør nævnes at terrænkoter fra GPS målingerne, ofte er meget upræcise. (Hvis der er en fejl i positionen på f.eks. 5 m er fejlen i koten ofte 10 m). Der stilles dog i denne forbindelse ikke specielt høje krav til præcisionen af terrænniveauet, men fejl på flere meter er uacceptabel. Hvis terrænkoterne ikke er umiddelbart tilgængelige, kan de i reglen erhverves fra de gængse højdemodeller.

#### Projektion, datum og højdemodel:

Det skal altid angives hvilken projektion og hvilket datum der er anvendt. Der tænkes her på zonennummeret i UTM projektionen og hvilken datum der er anvendt, - f.eks. ED50, WGS84 eller EUREF89. Desuden bør højdesystemet angives. – Dvs. om der er anvendt DNN eller DVR90. I denne forbindelse er der dog ikke nogen afgørende forskel på, om der er anvendt det ene eller det andet højdesystem. Ovennævnte oplysninger skrives i RawInfo og StackInfo filerne, som altid følger de digitale data.

Man skal være opmærksom på, at positionerne ikke blot dækker kildepositionerne, men også samtlige modtagerpositioner. Det er således ved starten af en seismisk linie påkrævet at definere ”ekstra” fikspunkter, idet modtagerpunkterne ved starten af profilet, ikke optræder som kildepositioner for nogen tidligere optagelser.

### 2.3.3 Kilde- og modtagerpositionerne

I filen der angiver sammenhængen mellem kilde- og modtagerpositionerne anvendes der én linie for hvert kildepunkt. Kildens og modtagernes placeringer angives i form af stationsnumre. Desuden skal fil-nummeret fremgå, således at der er en **klar og entydig** forbindelse til de seismiske rådata. - Det skal bemærkes at den entydige sammenhæng også forudsætter at fil-numrene for de seismiske data er entydige. Hvis der kan være tvivl om hvilket fil-nummer der refereres til, beskrives dette nærmere. Denne tvivl kan f.eks. opstå ved anvendelse af Seg-Y formatet, hvor både (byte 9-12) og (byte 17-20) er variable, der henviser til de seismiske filer.

Kanalnumrene skal ligeledes fremgå af filen, således at sammenhængen også her er klar og entydig. Kanalnumrene fremgår i eksemplet af overskriftslinien som RSta1 og Rsta96, - Receiver Station 1 og 96. Mellem kanal 1 og 96 forudsættes et increment på 1 for både kanal og stations numre. Hvis der anvendes andre incrementer end 1 for enten kanal eller stationsnumre skal dette fremgå.

#### Eksempel på fil med kilde- og modtagerpositioner:

File	SSta	RSta1	Rsta96
1	101	1	96
2	103	3	98
3	105	5	100

Hvor

File: Seismisk fil nummer, også benævnt field record number eller FFID: Field file ID

SSta: "Source Station number" (Stationsnummer for kildepunktet)

Rsta1, Rsta96 "Receiver station number" for hhv. kanal 1 og 96.

Om nødvendigt kan der tilføjes ekstra kolonner, - men naturligvis med behørig beskrivelse af indholdet. Ekstra kolonner kunne f.eks. være:

Offset:

I nogle tilfælde kan det være nødvendigt at definere yderligere to kolonner med inline og offline offset, som angiver forskydninger af kildepunkter fra de allerede definerede positioner. Inline offset angiver forskydninger af positionerne i liniens retning. Offline offset er afvigelser i positionerne vinkelret på linien. Fortegn for disse defineres i RawInfo filen.

Tidspunkt for optagelserne:

Tidspunktet for optagelserne kan evt. også tilføjes som en ekstra kolonne/kolonner.

Hvis afstanden mellem geofonerne ikke er konstant i den anvendte optagekonfiguration, defineres flere modtagerintervaller i form af ekstra kolonner. I RawInfo filen beskrives betydningen af disse, herunder hvilket increment i stationsnumrene og kanalnumrene der er anvendt, hvis det ikke fremgår direkte af filen.

## 3 Stackede seismiske data

### 3.1 Generelt om stackede seismiske data

De stackede seismiske data leveres traditionelt i to udgaver; en ikke migreret stack (*final stack*) og en migreret stack (*migrated stack*). Sidstnævnte sigter mod en korrekt afbildning af de geologiske strukturer. I denne sammenhæng anmodes om yderligere to udgaver af de stackede data, der er baseret på processeringssekvensen, der har ledt til *final stack*, men hvor udvalgte processer ikke er anvendt. Disse stackede versioner benævnes som *basic stack* og *full stack*. I praksis etableres disse ved at gentage processeringen, der har ledt til *final stack*, - men hvor nærmere specificerede processer ikke er påført. Begrundelsen for at anmode om disse stack versioner, er for bedre at kunne vurdere data, og for bedre at kunne afgøre hvorvidt detaljer i data er reelle eller forårsaget af processeringen. Se afsnit 3.2 for nærmere beskrivelse af de forskellige versioner af de stackede seismiske data.

Sammen med de stackede data leveres for hvert seismisk profil en fil, der beskriver indholdet af disse. I det følgende refereres der til denne fil som *StackInfo* filen. *StackInfo* filen indledes med indholdet af *RawInfo* filen og indeholder desuden en beskrivelse af processeringen, reference til de digitale stackede versioner, samt en beskrivelse af trace header oplysningerne i de digitale data. *StackInfo* filen er fælles for alle stack versioner. Nærmere beskrivelse af de enkelte stack versioner og hvilke processer der er anvendt fremgår af denne fil.

Ligesom for de seismiske rådata bør Seg-Y stack filer og de beskrivende *Stackinfo* filer lagres på samme medium, således at disse altid følger hinanden. For nærmere beskrivelse af detaljerne se afsnit 4.

### 3.2 Forskellige versioner af de stackede data

Erfaringsmæssigt har det stor betydning for tolkningen af seismiske data, hvorledes de stackede sektioner er blevet efterbehandlet. Med efterbehandlingen tænkes der her på hvilke ”udglattende” processer, der anvendt på de stackede data, såsom Trace Mix, FX-decon, FK-filtre etc., og hvilke parametre der er anvendt i denne forbindelse. Desuden er der stor forskel på, om der er anvendt dekonvolution eller ej. Dekonvolution kan have en gavnlig effekt med hensyn til at komprimere den seismiske puls, men har også en tendens til at fremhæve støjen i data. Hvorvidt man skal foretrække den ene version frem for den anden, i forbindelse med tolkning af data, afhænger af omstændighederne.

Hvis de digitale stackede data foreligger i flere udgaver, kan disse supplere hinanden i retning af bedre at kunne vurdere gyldigheden af detaljerne i data, og bedre at kunne producere alternative fremstillinger af de stackede sektioner. - Hvis alternative versioner af de stackede data ønskes fremstillet, er det meget lettere at tilgå stackede data og modificere disse, frem for at skulle gennemføre en fuld reprocessering af rådata.

Når processeringen af data er foretaget laves først den endelige udgave af de umigrerede stackede data: *final stack* (*efterprocesseret stack*), og hvis datakvaliteten tillader det, produceres på grundlag af *final stack* en *migrated stack* (*migreret stack*). Desuden laves i sjældne tilfælde en dybdekonvertering af datasættet. Dernæst gentages processeringen, der har ledt til *final stack*, men



uden brug af nærmere specificerede elementer, hvilket resulterer i *basic stack* (*basal stack*) og i *full stack* (*ikke-efterprocesseret stack*).

Navne som *basic stack* (*basal stack*) og *full stack* (*ikke-efterprocesseret stack*) er navne som er opfundet til formålet. *Final stack* og *migrated stack* er betegnelser, der anvendes i forbindelse med f.eks. olieefterforskning, hvor man normalt opererer med disse to versioner af de stackede data. Data der er optaget i forbindelse med olieefterforskning afviger dog væsentligt fra de herværende data, ved i reglen at have et højere signal/støj forhold. Oftest er der dog tale om marine data, hvilket under normale omstændigheder giver væsentlig bedre datakvalitet og data som er betydelig lettere at tolke.

Ord som rå stack og brute stack, som muligvis kunne være relevante her, er i denne forbindelse udeladt, da de oftest referer til midlertidige stacks opnået ved hjælp af foreløbige processeringsparametre.

Alle de stackede udgaver af data bør foreligge som seismiske Seg-Y filer samt i en grafisk udgave. - Det anses ikke for nødvendigt at der foretages udplotninger af alle stack versioner.

Nedenunder er det i skematisk form listet hvilke stack versioner, der kan komme på tale.

	<b>Type</b>	<b>Betydning</b>
1	Basic stack (Basal stack)	Endelig processering af data, men uden brug af ”avancerede” processer. Se nærmere forklaring.
2	Full stack (Ikke-efterprocesseret stack)	Stack hvor alle elementer i processeringen er inkluderet undtagen den sidste efterprocessering af de stackede data.
3	Final stack (Efterprocesseret stack)	Færdig processeret stack, hvor alle elementer i processeringen undtagen migration er påført.
4	Migrated stack (Migreret stack)	Migration udført på grundlag af final stack.
5	Depth converted stack (Dybdekonverteret stack)	Den vertikale akse (tovejsløbetiden) erstattes med dybden, baseret på et givet hastighedsfelt.

Med introduktion af både basic stack (basal stack) og full stack (ikke-efterprocesseret stack) er det især tanken, at man kan vurdere effekten af en eventuel dekonvolution.

Hvis ikke der er anvendt ”avancerede” processer i processeringen, såsom dekonvolution, FK-filtrering etc., er basic stack og full stack identiske. Dvs. full stack kan udelades.

Det er tanken, at introduktion af full stack versionen kan danne grundlag for alternative efterprocesseringer og skaleringer af de stackede data. Desuden kan man forestille sig, at basic stack kan danne grundlag for en alternativ poststack dekonvolution af data.

I det følgende gives en nærmere beskrivelse af de enkelte stack typer:

**Basic stack (Basal stack):***Processer der kan anvendes*

- \* Definition af optagegeometrien
- \* Editering og muting af data
- \* Båndpass filtrering
- \* Feltstatics
- \* Residual statics
- \* Normal Move Out (NMO)
- \* Stackning
- \* Reduktion til det anvendte datum niveau
- \* Gain control, f.eks. i form Automatic Gain Control (AGC) kan anvendes både før og efter stack.  
Dog bør AGC med kort vindueslængde undgås, da det er tanken at alternative skaleringer senere kan anvendes.

*Processer der **ikke** bør anvendes*

- \* Ingen dekonvolution, hverken før eller efter stack
- \* Ingen multikanal filtrering, som eksempelvis Trace Mix, FX-decon eller FK-filtrering før stack
- \* Ingen spectral whitening (forstærkning af de højfrekvente dele af spekteret)
- \* Ingen efterprocessering af de stackede data. Dvs. ingen multikanal filtrering efter stack, som eksempelvis Trace Mix, FX decon, FK-filtrering eller lignende
- \* Ingen migration

**Full stack (ikke efterprocesseret stack):***Processer der kan anvendes*

- \* Alle processer under basic stack kan anvendes
- Desuden kan der anvendes:
- \* Dekonvolution med henblik på ændring af fasen af kildesignalet
  - \* Multikanal filtrering, som eksempelvis Trace Mix eller FK-filtrering før stack
  - \* Dekonvolution både før og/eller efter stack
  - \* Spectral whitening (forstærkning af de højfrekvente dele af spekteret)

*Processer der **ikke** bør anvendes*

- \* Ingen efterprocessering af de stackede data. Dvs. ingen multikanal filtrering efter stack, som eksempelvis Trace Mix, FX decon, FK-filtrering eller lignende
- \* Ingen migration

**Final stack (efterprocesseret stack):**

Alle processer (undtagen migration)

**Migrated stack (migreret stack)**

Migrated stack er typisk baseret på final stack.

**Dybdekonverteret stack**

Den dybdekonverterede stack er enten baseret på migrated stack eller final stack.

## 4 Specifikationer til levering af stackede seismiske data

I det følgende vil det blive beskrevet hvorledes informationer, der knytter sig til de stackede seismiske data kan organiseres. Stackede seismiske data lagres altid i Seg-Y formatet.

### 4.1 Generelle oplysninger om det stackede seismiske profil

Da reel headeren i Seg-Y er forholdsvis lille, kan det være svært at lagre alle de ønskede oplysninger om linien i denne header blok. Da reel headeren ej heller er umiddelbar tilgængelig, medmindre man er i besiddelse af tolknings- eller processeringssoftware, anbefales det, som tidligere beskrevet at man anvender en simpel ASCII tekst fil (StackInfo fil) til lagring af de nødvendige generelle oplysninger, som knytter sig til det seismiske profil.

Navnet på StackInfo filen, som formodes at dække alle versioner af det stackede profil, kan passende navngives som *Områdenavn\_Linienavn\_StackInfo.txt*. Dermed angiver navnet umiddelbart hvilken linie den hører til, og at det drejer sig om informationer til de stackede data.

Ud over reel headeren i Seg-Y formatet, findes der en binary header med de nødvendige oplysninger for at datasættet overhovedet kan læses. Se appendix. Disse oplysninger skal naturligvis altid være definerede.

### 4.2 Oplysninger der knytter sig til sporene i det seismiske profil

#### Trace header

I trace headerne findes oplysninger, som er nødvendige for at data kan læses samt informationer, der beskriver profilet, som f.eks. oplysninger om hvor data stammer fra. Sidstnævnte informationer er strengt taget ikke er nødvendige for læsbarheden af de seismiske samples, men er meget vigtige for at data er selvforklarende. I trace headeren kan der være tvivl om, hvor nogle af disse oplysninger lagres, hvorfor en nærmere beskrivelse af udvalgte oplysnings-typer vil blive givet i det følgende.

#### CDP Positioner

Udover kilde- og modtagerpositioner opererer man i Seg-Y formatet også med CDP-positioner, idet der er tale om et format, der kan håndtere både rådata og stackede data. CDP-positioner er positionerne for de enkelte stackede traces/spor i det stackede profil. De tre typer positioner har hver sin plads i trace headeren, men normalt giver det ikke mening at operere med tre forskellige positioner når man arbejder med stackede data. Det anbefales derfor, at alle definerede koordinatsæt rummer CDP positionerne. - I øvrigt skal der gøres opmærksom på, at der eksisterer en skaleringsfaktor (byte 71-72 i trace header), som er aktiv på alle positioner. Alle felter i trace headerne defineres nemlig som heltal. Såfremt man har brug for decimaler, som f.eks. ved UTM positioner med præcision bedre end 1 meter, fremkommer decimaltallene ved brug af skaleringsfaktoren.

#### Terrænniveau og datumniveau

For terrænniveau og datumniveau er der, ligesom for positionerne, defineret pladser i trace headeren for både kilde- og modtagerpunkterne. Dette giver ikke mening når der arbejdes med stackede data, hvor hver trace består af flere tracer med forskellige niveauer for kilde og modtagere. - Kun én værdi for hver variabel, (nemlig i CDP punktet) er relevant. For at undgå misforståelser, anbefales det derfor at begge felter udfyldes med samme værdi. - I øvrigt skal der gøres opmærksom på, at der

ligeledes eksisterer en skaleringsfaktor (byte 69-70 i trace header), som er aktiv for alle højdemål (terrænniveauer, datumniveauer og dybder).

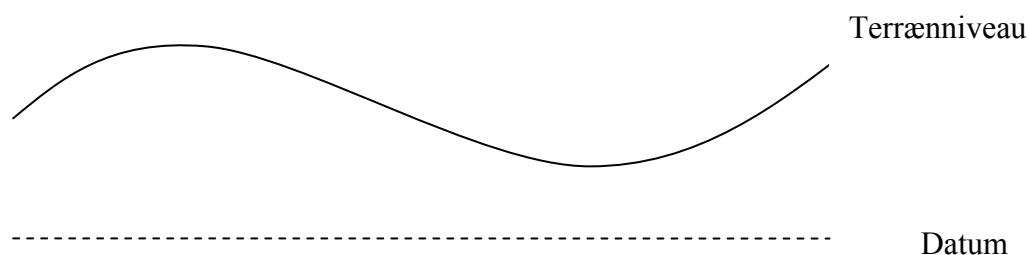
#### 4.2.1 Hastighedsmodel til feltstatics korrektion

Hastighedsmodellen der anvendes til feltstatics korrektion bør ligeledes indlejres i de seismiske data. Selv for relativt simple modeller er der dog ikke nogen god standard og endvidere kan en given model være defineret på flere måder og forskellige modeltyper kan være relevante. Det vigtigste hvad angår feltstatics korrektioner er dog, at modellen der ligger til grund for korrektionerne indlejres i trace headerne. I det følgende vil det blive gennemgået hvorledes hastighedsmodeller med forskellige antal lag, kan defineres. Uanset hvilken teknik der anvendes, beskrives i StackInfo filen hvilke oplysninger der er indskrevet og hvor oplysningerne kan genfindes.

I denne sammenhæng vil der kun blive omtalt modeller, bestående af lag med konstant hastighed og hvor lagene er defineret i form af lagtykkelser. Efter korrektion ned til bunden af det nederste definerede lag foretages feltstatics korrektionerne ned til et fladt korrektionsniveau i form af en given kote. Dette niveau vil ofte være sammenfaldende med datumniveauet. (Datumniveauet angiver hvilket niveau tiden 0 ms for de stackede data svarer til). Hvis datum ligger dybt i forhold til terræn kan det resultere i events med negative løbetider, svarende til events over datumniveauet, hvilket strengt taget ikke kan beskrives i Seg-Y formatet. Det kan løses ved at "hæve" datum, så det kommer tættere på det maksimale terrænniveau i området. Dette svarer til først at korrigerer ned til et korrektionsniveau, hvorefter der "fyldes op" med fiktivt materiale med en given hastighed (replacement velocity). Alternativt kan der foretages en generel tidsforskydning af data til senere tider som beskrevet senere herunder.

#### Terrænmodel (0-lagsmodel)

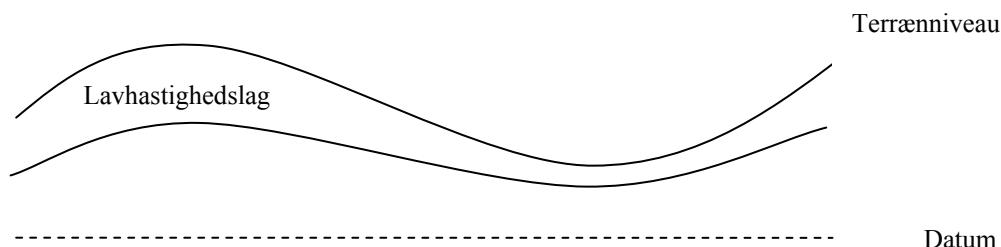
I henhold til Seg-Y standarden er det strengt taget kun muligt at lagre feltstatics korrektioner i det simple tilfælde, hvor der korrigeres fra terrænniveau til et reference niveau (datum niveau) ved brug af en konstant hastighed mellem terræn og datum (replacement velocity, byte 93-94). Dette tilfælde benævnes her som 0-lagsmodellen.



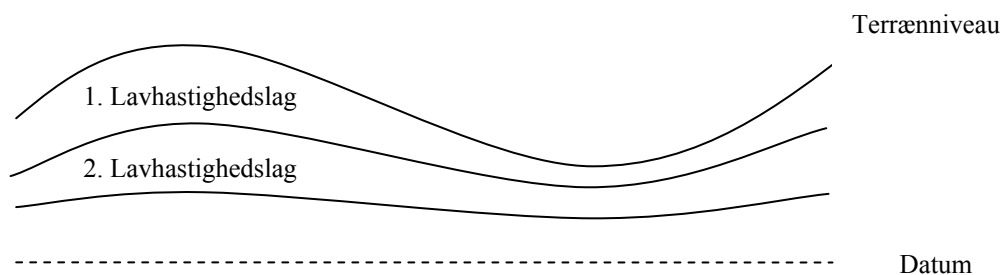
Denne model vil i mange situationer være utilstrækkelig. Hvis der er flere lag i modellen skal disse kunne beskrives. Da overfladelagene i reglen består af lag med lav hastighed, benævnes disse ofte som Low Velocity Layers - LVL.

### 1-lagsmodel

Hvis der er anvendt ét lavhastighedslag, defineres hastigheden i dette lag i byte 91-92 (weathering velocity). Som for 0-lagsmodellen defineres terrænniveau, datumniveau samt replacement velocity. Tykkelsen af lavhastighedslaget er der egentlig ikke gjort plads til i Seg-Y formatet. Optional trace header byte 201-202 kan f.eks. anvendes.



### 2-lagsmodel



Hvis der er anvendt to lavhastighedslag i modellen henvises igen til optional trace header: Dybde til bunden af lag 1: (byte 201-202) samt dybde til bunden af lag 2: (byte 203-204). Hastighed af lag 1 (byte 91-92) og hastighed af lag 2 (byte 207-208).

Hvis der anvendes en korrektionshastighed ned til et givet korrektionsniveau, som afviger fra replacement velocity, anvendes byte 211-212 til at lagre denne hastighed. Selve korrektionsniveauet angives i byte: 213-214. Desuden angives antal lag i modellen, og hvorvidt der er anvendt en hastighedskorrektion under LVL, der afviger fra replacement hastigheden. Se appendix for beskrivelse af Seg-Y formatet og forslaget til den modificerede trace header.

### Generel tidsforskydning af de stackede data

Generelle tidsforskydninger af de seismiske data skal altid angives. Dvs. starttidspunktet for data bør altid være defineret. (Se Seg-Y format: delay recording time – byte: 109-110).

Generelle tidsforskydninger anvendes i denne sammenhæng for at kunne repræsentere data over datumniveauet. Hvis f.eks. datumniveauet: 0 m er valgt, vil refleksioner over dette niveau være repræsenteret til negative løbetider, som umiddelbart ikke kan håndteres i Seg-Y formatet, medmindre der anvendes generelle tidsforskydninger. Forskydningen adderes til løbetiden og vil således i denne sammenhæng altid være negativ.

Ovennævnte oplysninger indskrives i Seg-Y filen. Desuden beskrives i StackInfo filen, hvilke oplysninger der er defineret og hvor de forefindes i Seg-Y trace headerne.

### 4.3 Informationer relateret til de stackede seismiske data

Ligesom for de seismiske rådata introduceres en beskrivende ASCII tekstfil til de stackede seismiske sektioner. I det følgende gives en beskrivelse af, hvilke oplysninger der er relevante i denne fil.

**Filnavn: *områdenavn\_linienavn\_StackInfo.txt***

*Indledes med en kopi af RawInfo filen for de seismiske rådata*

Desuden bør den indeholde:

- 1) Processeringssekvens for de seismiske data. Det angives hvilke processer, der er anvendt på de enkelte stack versioner.
- 2) Oplysning om hvor CDP positionerne er lagret (i form af byte angivelser) i trace headerne.
- 3) Oplysning om positionerne: Projektion, datum for projektionen samt højdesystem.
- 4) Oplysninger om feltstatics korrektioner herunder

Oplysninger om terrænniveau, datumniveau og replacement hastighed samt reference til hvor oplysningerne er lagret i trace headerne (i form af bytepositioner).

Oplysninger om eventuelle lavhastighedslag og reference til hvor tykkelser og hastigheder for disse lag er lagret i trace headerne (i form af bytepositioner).

Oplysning om der er anvendt en generel tidsforskydning af de stackede data, og hvor denne tidsforskydning er lagret i trace headerne (i form af bytepositioner).

- 5) Oplysninger om hvilke stackede Seg-Y versioner der foreligger, og hvilke filnavne der er anvendt:

Basic stack: *Områdenavn\_Linienavn\_bas.sgy*

Full stack: *Områdenavn\_Linienavn\_ful.sgy*

Final stack: *Områdenavn\_Linienavn\_fin.sgy*

Migrated stack: *Områdenavn\_Linienavn\_mig.sgy*

Depth converted stack: *Områdenavn\_Linienavn\_dep.sgy*

*Områdenavn* og *Linienavn* referer til forkortelser for disse.

Andre relevante oplysninger kan tilføjes til filen.

StackInfo filen dækker således over alle stackede Seg-Y versioner, der er knyttet til et seismik profil. Et undersøgelsesområde består ofte af flere seismiske linier. StackInfo filerne til de enkelte linier vil oftest være næsten ens. StackInfo filer til de enkelte linier kopieres således med fordel fra en master fil, og mindre modifikationer foretages for de enkelte linier.

#### **4.4 Rapporter og udplotninger**

Udover de digitale data, som teknisk set er tilstrækkelige for at tilgå data, bør der være mulighed for at arkivere rapporter sammen med de digitale data, f.eks. i pdf format. Rapporterne skal dog ikke ses som en erstatning, men et supplement til de øvrige data. Med andre ord skal de digitale data kunne håndteres uafhængig af eventuelle rapporter.

Udplotninger af de stackede sektioner bør ligeledes foreligge i et digitalt format. Her anvendes pdf format. Det anses for tilstrækkeligt at udplotningerne kun omfatter final stack og migrated stack.

## Appendix

### Eksempel på Rawinfo fil

Et eksempel på relevante oplysninger i rawinfo filen er givet nedenunder:

**Filnavn: områdenavn\_linienavn\_RawInfo.txt**

Område: Aarhus

Linie: L1

Optaget af: xxx

Optaget for: yyy

Dato for optagelserne: dd.mm.yy – dd.mm.yy

Format for rådata: Seg-Y

Fil med positioner for stationer: Aarhus\_L1\_Sta.txt

Kolonne separation: Tab

Fil med kilde- og modtagerpositioner: Aarhus\_L1\_Sou.txt

Kolonne separation: Tab

Placering af Fil nummer i rådata:

Seg-Y format: Se trace header byte: 9 – 12 *eller*

Seg-D format: General header byte 1-2

*Modtagekonfiguration enten som*

*1) Regelmæssig optagegeometri, som f.eks. i forbindelse med slæbeseismik*

Kanal- og afstandskonfiguration af slæb:

Afstand til nærmeste geofon: 20 m

Kanal 1 - 24: geofonafstand: 1.25 m

Kanal 24 - 96: geofonafstand: 2.5 m

*eller*

*2) Uregelmæssig optagegeometri*

Kanal interval: 1 – 96

Geofonafstand: 2.5 m

Filnavne for rådata: Aarhus\_L1\_Rawdata.sgy *eller* Aarhus\_L1\1.sgd – 3000.sgd

*Projektion/datum og højdesystem*

Projektion: UTM zone 32

Datum: ED50

Højdesystem: DNN

*Seismiske data*

Sample interval: 1 ms

Længde af de seismiske data: 2000 ms

Filtre anvendt under de seismiske optagelser:

low-cut 15 Hz (24 dB/oct)

high-cut: 500 Hz (72 dB/oct)

notch filter: out



*Vibroseismik*

Vibrator type og masse

Oplysning om der er tale om korrelerede eller ukorrelerede data

1) ukorrelerede data: kanal nr. hvor sweepet er lagret

2) korrelerede data: kanal nr. hvor autokorrelation af sweepet er lagret

Sweepoplysninger:

Antal sweep per skudpunkt: 4

Oplysning om hvorvidt optagelserne for hvert kildepunkt er stacket i felten (og om det er gjort før eller efter korrelation).

Sweep længde: 6 sek

Sweep type: Lineær sweep som funktion af frekvensen

Syntetisk/Målt Sweep

Målt sweep: Specifikation af hvordan og hvor sweepet er monitoreret og evt. hvorledes sweepet er filtreret.

*Seismik med dynamit som kilde*

Dybde af kilde: 2.0 m

Ladningstype: Dynamex

Ladningsstørrelse: 100 g

Andre informationer end dem der beskrevet ovenover kan være relevante at tilføje. Således kan alternative seismiske lydkilder være relevante at beskrive.

## Seg-Y formatet

I det følgende vil der blive givet en kortfattet gennemgang af Seg-Y formatet. Seg-Y formatet er som tidligere nævnt et standard format, der kan anvendes til både rådata og til de stackede seismiske data. For en fuldstændig gennemgang af Seg-Y formatet se [www.seg.org](http://www.seg.org). I det følgende vil kun de vigtigste oplysninger i Seg-Y formatet blive beskrevet og specielle variable, der introduceres for den herværende datatype.

Seg-Y formatet er struktureret på følgende måde:

3200 byte	Reel header
400 byte	Binary header
240 byte	Trace 1 Header
	Trace 1 Data samples
240 byte	Trace 2 Header
	Trace 2 Data samples
240 byte	Trace 3 Header
	Trace 3 Data samples
240 byte	Trace 4 Header
	Trace 4 Data samples
...	

### Reel header

Reel headeren, som er på 3200 byte, indeholder en beskrivende tekst til datasættet i EBCDIC format. 3200 byte svarer til 40 linier med 80 karakterer på hver linie.

### Binary header

Indeholder de generelle parametre for linien, hvoraf nogle er helt nødvendige for læsning af data. Alle variable i binary header skrives i henhold til Seg-Y standarden som 2 eller 4 byte integers (heltal) !

Vigtige oplysninger i binary header:

Byte	Variabel
17-18	Sample interval i micro sek.
21-22	Antal samples per spor (trace)
25-26	Sample format: 1: IBM float point, 2: 4 byte integer 3: 2 byte integer, 5: IEEE float point
55-56	Enhed (1: meter eller 2: fod). Angiver også om hastighederne er 1: m/s eller 2: ft/s

De tre førstnævnte oplysninger ovenover er helt nødvendige for at data kan læses, og vil altid være definerede.

### Trace Header

Trace headeren indeholder informationer til de enkelte spor i det seismiske datasæt. Alle variable i trace headeren skrives i henhold til Seg-Y standarden som 2 eller 4 byte integers (heltal) !

Her er nogle af de vigtigste oplysninger i trace headeren:

Byte	Variabel
9-12	Seismisk fil nummer (FFID: field file ID)
17-20	Alternativ fil nummerering (Source number)
21-24	CDP nummer
41-44	Terrænniveau for modtagerpunktet
45-48	Terrænniveau for kildepunktet
53-56	Datumniveau ved modtagerpunktet
57-60	Datumniveau ved kildepunktet
61-64	Vanddybde ved kildepunktet
65-68	Vanddybde ved modtagerpunktet
69-70	Skaleringsfaktorer for alle niveauer og dybder (datum, terrænniveau og dybder i lavhastighedsmodellen) >0: multiplikationsfaktor; <0: divisor Eks.: +1, +10, +100 ..., skaleringsfaktor: 1, 10, 100 etc. -1, -10, -100 ... skaleringsfaktor: 1/1, 1/10, 1/100, etc.
71-72	Skaleringsfaktorer for positionerne. Fungerer ligesom skaleringsfaktoren i byte 69-70
73-76	Kildeposition (X koordinat)
77-80	Kildeposition (Y koordinat)
81-84	Modtagerposition (X koordinat)
85-88	Modtagerposition (Y koordinat)
91-92	Hastighed af lavhastighedslag (Weathering velocity)
93-94	Hastighed under lavhastighedslag (Subweathering velocity)
109-110	Forskydning i løbetiden. (Delay recording time). Forskydningen adderes til løbetiden. Dvs. negativ forskydning resulterer i negativ løbetid for første sample. (enhed: ms)
181-184	CDP position (X koordinat)
185-188	CDP position (Y koordinat)

Oplysningerne stammer fra beskrivelsen af Seg-Y formatet ( [www.seg.org](http://www.seg.org) ).

Trace headeren der er på 240 byte efterfølges af det tilhørende seismiske spor, dvs. de seismiske samples, der repræsenterer sporet. Dernæst følger næste spor, igen i form af en trace header og trace samples og så fremdeles.

Som det fremgår er Seg-Y formatet i høj grad konstrueret til at kunne rumme seismiske rådata. Således er det for stackede data ikke særlig relevant at tale om eksempelvis kilde og modtager positioner, men nærmere CDP positioner, som først er medtaget i nogle af de senere revisioner af data formatet. Det samme gælder terrænniveau og lavhastighedsmodel. Disse variable figurerer således i CDP domænet ikke som selvstændige felter i Seg-Y formatet. Man kan således diskutere, hvorvidt trace headers overhovedet skal bruges til lagring af disse informationer. Det er dog uden tvivl den mest entydige måde at gemme disse oplysninger på og langt lettere at anvende informationerne igen i forbindelse med brug af eventuelle alternative overflademodeller.

Da standardplaceringerne for disse oplysninger ikke er helt entydige er det væsentligt at henvise til, hvilke felter der anvendes til lagring af bestemte variable. Her er et forslag til en modificeret trace header:

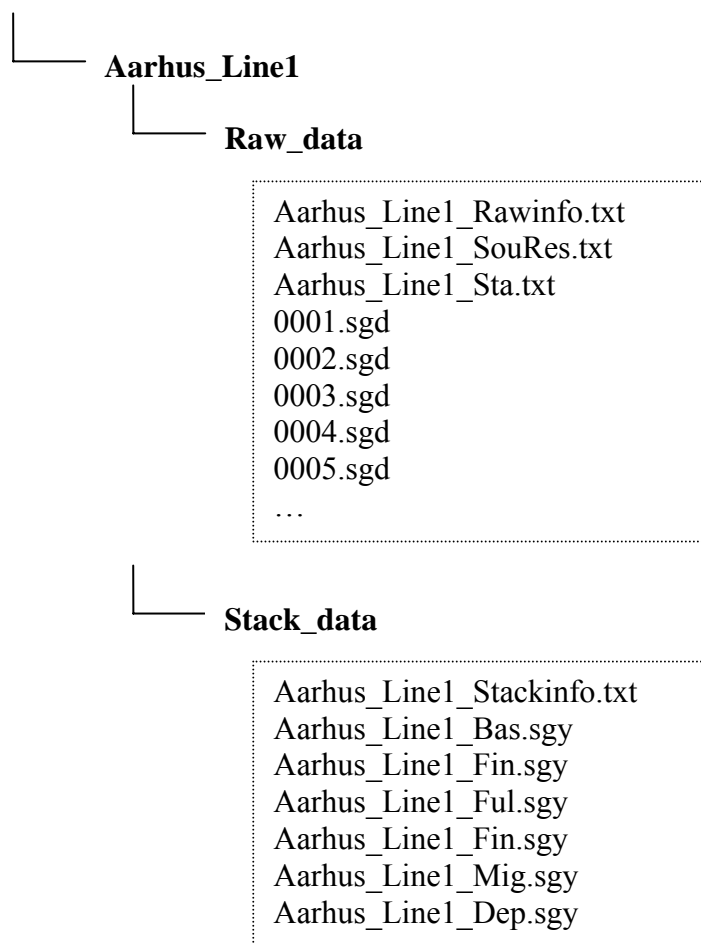
### Modificeret Trace Header

Trace headeren indeholder informationer til de enkelte spor i det seismiske datasæt. Alle variable i trace headeren skrives i henhold til Seg-Y standarden som 2 eller 4 byte integers (heltal) !

Her er nogle af de vigtige oplysninger i trace headeren:

Byte	Variabel
9-12	Seismisk fil nummer (FFID: field file ID)
17-20	Alternativ fil nummerering (Source number)
21-24	CDP nummer
41-44	Terrænniveau for CDP punktet
45-48	Terrænniveau for CDP punktet
53-56	Datumnivau
57-60	Datumnivau
69-70	Skaleringsfaktorer for alle niveauer og dybder (datum, terrænniveau og dybder i lavhastighedsmodellen) >0: multiplikationsfaktor; <0: divisor Eks.: +1, +10, +100 ..., skaleringsfaktor: 1, 10, 100 etc. -1, -10, -100 ... skaleringsfaktor: 1/1, 1/10, 1/100, etc.
71-72	Skaleringsfaktorer på positionerne, som 1/10, 10, 1/100, 100 etc. Fungerer ligesom skaleringsfaktoren i byte 69-70
73-76	CDP position (UTM X koordinat)
77-80	CDP position (UTM Y koordinat)
81-84	CDP position (UTM X koordinat)
85-88	CDP position (UTM Y koordinat)
91-92	Hastighed af lag 1 i lavhastighedsmodellen (Weathering velocity) (øverste lag i lavhastighedsmodellen)
93-94	Subweathering/replacement velocity
109-110	Forsinkelse i den angivne tid, hvis første sample ikke svarer til 0 ms. (Delay recording time) (enhed: ms). Negativ værdi angiver negativ start tid.
185-188	CDP position (UTM Y koordinat)
181-184	CDP position (UTM X koordinat)
201-202	Dybde til bunden af øverste lag (lag 1) i lavhastighedsmodellen (ved $N \geq 1$ )
203-204	Dybde til bunden af næstøverste lag (lag 2) i lavhastighedsmodellen (ved $N \geq 2$ )
205-206	Dybde til bunden af lag 3 i lavhastighedsmodellen (ved $N \geq 3$ )
207-208	Hastighed af lag 2 i lavhastighedsmodellen (ved $N \geq 2$ )
209-210	Hastighed af lag 3 i lavhastighedsmodellen (ved $N \geq 3$ )
211-212	Hastighed under LVL ned til korrektionsnivauet (Subweathering der afviger fra replacement velocity)
213-214	Korrektionsnivau
215-216	Antal lag i LVL modellen (N)
217-218	Anvendelse af hastighedskorrektion under LVL (Subweathering velocity) der afviger fra replacement velocity (1: ja 0: nej)

## Eksempel på filstruktur og navngivning af filer for data relateret til et seismisk profil



Eksempel på filstruktur relateret til et givet seismisk profil. Det anbefales at navngivning af filerne følger et fast mønster som vist i figuren. Raw\_data og Stack\_data er foldere til henholdsvis rå data og stack data.