

Systembeskrivelse - Sprengstoffer



Sprengstoffer eller eksplosiver er stoffer som, dersom de utsettes for tilstrekkelig støt, friksjon eller varme, raskt går over fra fast eller flytende form til gasser samtidig som vi får svært høye temperaturer. Vi sier at stoffet detonerer eller eksploderer. Den raske omsetningen gjør at omgivelsene blir utsatt for et kraftig støt, og de høye temperaturene fører til stort gasstrykk. Det er disse egenskapene vi benytter oss av når vi sprenger berg o.a. Hastigheten sprengstoffet omsettes med kaller vi detonasjonshastigheten, og trykket kaller vi detonasjonstrykket. Dette er størrelser som er karakteristiske for hvert enkelt sprengstoff.

Omsetningen til gasser kan best sammenliknes med en forbrenning der oksygen reagerer med et brennstoff. I en normal forbrenning kommer oksygenet fra luften i omgivelsene. I et sprengstoff inngår både oksygenet og brennstoffet som deler av sprengstoffet. Etter en detonasjon er det teoretiske sluttproduktet CO_2 (kullsyre), H_2O (vanndamp), og N_2 (nitrogen). I praksis får vi sjelden en fullstendig omsetning, og sprenggassene inneholder derfor også NO_x (nitrose gasser) og CO som er giftige og helseskadelige.

Sprengstoffenes historie

Før nitroglyserin ble fremstilt industrielt i 1864, ble berget tatt løs med slegge og kile, fyrsetting eller sprengt løs med svartkrutt. Svartkrutt fikk på 1200-tallet militær anvendelse, først for smellets skyld, i de følgende århundrer som drivmiddel i skytevåpen.

Den eldste dokumenterte bergsprengning med svartkrutt er datert 8. februar 1627. Den ble utført av tyroleren Caspar Weindl i en gruve ved Chemnitz. Til Norden kom bruken av svartkrutt noe senere og fra 1635 ble det brukt krutt i Nasafjellets sølvgruve i Lappland, fra 1644 i de norske gravene på Røros.

1831: William Bickford finner opp svartkruttlunt.

1846: Ascanio Sobrero fra Italia fremstiller nitroglyserin og Friedrik Schönbein lager den første nitrocellulose.

1864: Alfred Nobel tar opp industriell framstilling av nitroglyserin.

1865: Et norsk selskap, Nitroglycerin Compagniet, blir dannet for å produsere nitroglyserin i en fabrikk på Lysaker.

1866: Alfred Nobel finner opp gurdynamiten ved å la nitroglyserin suges opp i en jordart, kiselgur, og en fenghette som kan initieres med svartkruttlunte. Begge disse oppfinnelsene får stor betydning for sikkerheten ved sprengningsarbeider.

1867: Svenskene Johan Ohlsson og Joh. Henrik Nordin patenterer et sprengstoff med ammoniumnitrat tilsatt kull- eller trepulver.

1868: Produksjon av Gurdynamit starter ved Nitroglycerin Compagniet på Lysaker.

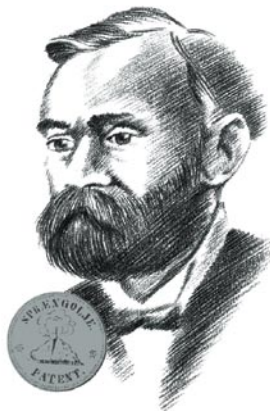
1875: Alfred Nobel finner en metode for å blande nitroglyserin og nitrocellulose. Han kaller blandingen sprenggelatin. Den består av 93% nitroglyserin og 7% lavnitret cellulose.

1878: Nitroglycerin Compagniet starter produksjon av sprenggelatin i en fabrikk på Engene (Sætre) i Hurum. Sprengstoffet blir kalt Sprenggummi.

1879: Alfred Nobel overtar Ohlsson og Nordins patent og kombinerer ammoniumnitrat blandingen med sin egen nitroglyseringelatin.

1880: Nitroglycerin Compagniet tar opp produksjonen av det nye sprengstoffet som bli kalt Gummidynamit.

1904: Nobelkonsernet patenterer bruk av nitroglykol i sprengstoff. Nitroglykol senker frysepunktet for dynamitten så mye at vi får frostfri dynamitt. Men først i løpet av 1920 årene blir prisen på glykol så lav at det blir økonomisk mulig å erstatte en del av nitroglyserinet med nitroglykol.



1955: Amerikaneren Akre lanserer ammoniumnitrat oljesprengstoff, ANFO. Dette består av 94,5% AN og 5,5% dieselolje og gir et godt og billig sprengstoff med stort anvendelsesområde. Svakheten ved dette sprengstoffet er dårlig vannbestandighet. ANFO produseres og markedsføres i dag av Dyno Nobel under produktnavnet Anolit.

1956: Amerikanerene Melvin Cook og Farnam tar patent på slurrysprengstoff og danner selskapet IRECO med hovedkontor i Salt Lake City.

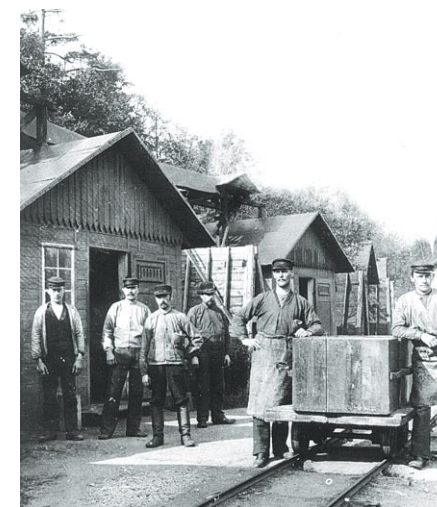
1968: Norsk Sprengstoffindustri AS starter produksjon av slurry i bulk ved dagbruddene i Sør-Varanger, Mo i Rana og Titania. Etablerer i årene som kommer flere slurrystasjoner for levering til masseforflytningsprosjekter og damanlegg rundt omkring i landet.

1983 og påfølgende år: Emulsjonsprengstoffene utvikles og erstatter etter hvert slurry. Disse markedsføres av Dyno Nobel i dag under navnet Titan. Dyno Nobel oppretter nye stasjoner som leverer emulsjon i bulk til pukkverk, veianlegg og andre sprengningsprosjekter i nærområdene.

1997 og senere: Emulsjon og ladeutstyr blir utviklet for anlegg under jord og i tunneler.

Sprengstoffenes egenskaper

Ulike bruksområder og arbeidsbetingelser har gjort det nødvendig å utvikle sprengstoffer som er tilpasset formålet de skal brukes til og forholdene der de skal brukes. Ved tørre borehull og ingen miljømessige hensyn (avgasser, avrenning), kan enkle sprengstoffer som ANFO benyttes. Ved miljøkrav og tilstedeværelse av vann, må vi bruke andre sprengstoffer eller spesialladninger. For å velge det rette sprengstoffet for oppgaven, er det nødvendig å kjenne egenskapene til de forskjellige sprengstoffene.



De viktigste egenskapene er:

Energi
Styrke
 Vektstyrke
 Volumstyrke
Gassvolum
Tetthet
Vannbestandighet
Detonasjonshastighet
Følsomhet
 Initiering
 Overføring
 Håndteringssikkerhet
Miljø
 Oksygenballanse
 Sprenggasser
 Avrenning
Transport og lagring
 Holdbarhet, levetid
Ladeegenskap (metode - tilpasset mekanisk lading)

Energi

Energien, eller styrken i et sprengstoff, er et mål på evnen til å utføre et arbeide. Energi mengden kan enten beregnes eller måles. Beregninger skjer på grunnlag av den kjemiske reaksjonsligningen og varmeutviklingen som gjelder når sprengstoffet detonerer. Verdien viser hva som er teoretisk mulig å få ut av et sprengstoff ved 100% utbytte. Avhengig av sprengstoff type ligger det praktiske energiutbyttet mellom 30 og 90%. Energien kan uttrykkes i forhold til vekt eller volum av sprengstoffet, eller som en absolutt eller relativ verdi sammenliknet med et annet sprengstoff. Som sammenligningsgrunnlag er det vanlig å bruke Dynamit eller ANFO. Vi får da fire mål for sprengstoffenergi:



Absolutt vektstyrke

Dette er et mål for det totale energiinnholdet i et kilo sprengstoff. Eksempel:

Dynamit: 4,5 MJ/kg
Anolit: 4,0 MJ/kg
Titan 6080: 3,3 MJ/kg

Absolutt volumstyrke

Dette er et mål for det totale energiinnholdet i en liter sprengstoff og fås ved å multiplisere vektstyrken med sprengstoffets tetthet. Eksempel:

Dynamit: 6,3 MJ/dm³
Anolit: 3,4 MJ/dm³
Titan 6080: 4,0 MJ/dm³

Relativ vektstyrke

Dette er et mål for energiinnholdet i et kilo sprengstoff sammenliknet med energiinnholdet i et kilo av et annet sprengstoff f.eks. Dynamit. Eksempel:

Dynamit: 100 %
Anolit: $4,0/4,5 \times 100 = 90 \%$
Titan 6080: $3,3/4,5 \times 100 = 75 \%$

Relativ volumstyrke

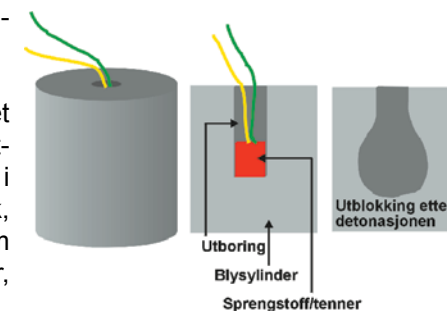
Dette er et mål for energiinnholdet i en liter av et sprengstoff sammenliknet med energiinnholdet i en liter av et annet sprengstoff f.eks. Dynamit. Eksempel:

Dynamit: 100 %
Anolit: $3,4/6,3 \times 100 = 55 \%$
Titan 6080: $4,0/6,3 \times 100 = 65 \%$

Det er også mulig å måle energimengden på forskjellige måter.

En metode er å detonere en sprengladning under vann. På grunnlag av støtbølgen fra detonasjonen og utviklingen av gassboblen som blir dannet, kan man beregne energiinnholdet i sprengstoffet. Energi mengden som finnes ved denne metoden vil normalt være mindre enn den som fås ved teoretisk beregning og er derfor et uttrykk for sprengstoffets virkningsgrad. Dyno Nobel har et anlegg for prøvesprengning under vann i Oslofjorden utenfor Engene Fabrikker.

En mye brukt metode for å kontrollere et sprengstoffs arbeidsevne er blyblokkutvidelse. 10 gram sprengstoff detoneres i en utboring, 25 x 125 mm, i en sylindrisk, 70 kg tung, blyblokk. Hulrommet som dannes i blokken, måles. Jo større det er,



desto mer energirikt anses sprengstoffet for å være. Det er også mulig å beregne sprengstoffenes arbeidsevne gjennom dataprogrammer.

Gassvolum

Gassvolumet er en annen viktig faktor som er med på å bestemme virkningen av et sprengstoff. Det er volumet av de gassformige reaksjonsproduktene som dannes under detonasjonen. Det angis i liter ved normalbetingelsene, temperatur 0° C og trykk 760 mm Hg.

Tetthet

Med tetthet eller densitet menes sprengstoffets egenvekt, dvs. vekten av en liter sprengstoff.

Vannbestandighet

Sprengstoffenes evne til å virke i vann vil variere med sprengstofftype og emballeringsmetode. Anolit og pulversprengstoffer har dårlig vannbestandighet og løses fort opp i vann. Dynamit og emulsjonsprengstoffer har god vannbestandighet og kan stå i vannfylte hull over lengre tid.

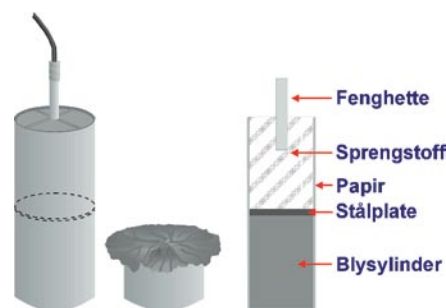
Detonasjonshastighet

Detonasjonshastigheten er et mål for bevegelsen av detonasjonen gjennom et sprengstoff og måles i meter per sekund. Dersom bestemte betingelser m.h.t. egenvekt og diameter er oppfylt, vil detonasjonshastigheten være karakteristisk for det enkelte sprengstoffet.

Detonasjonshastigheten vil avta med minskende diameter, og for alle sprengstoffer vil det være en minste diameter der detonasjonen stopper. Denne er karakteristisk for det enkelte sprengstoffet og bestemmes ved forsøk. Detonasjonshastigheten blir normalt målt med en elektronisk teller. For patronerte sprengstoffer blir hastigheten målt på frittliggende patroner. For bulksprengstoffer blir hastigheten målt i rør av papp, plast eller stål. Ved Dyno Nobel inngår måling av detonasjonshastighet som en del av produktkontrollen.

Det finnes i dag måleinstrumenter som kan måle detonasjonshastigheten i borehullene under sprengning av salver.

Man antar at detonasjonshastigheten sammen med tettheten har betydning for et sprengstoffs knusende virkning på omgivelsene. Dette kalles brisans. Bri-



sans kan måles ved å la 100 g sprengstoff detonere på toppen av en blysylder som er 60 mm høy og 40 mm i diameter. Stukningen av sylindren etter detonasjonen vil være et uttrykk for sprengstoffets brisans.

Følsomhet

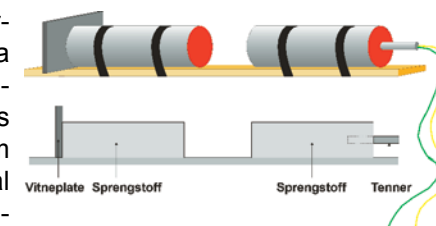
Sprengstoffets følsomhet har betydning for **initierings- og overføringsevne og håndteringssikkerhet**. Grovt kan sprengstoffene klassifiseres som fenghettefølsomme og ikke fenghettefølsomme sprengstoffer. Et fenghettefølsomt sprengstoff kan initieres direkte med en tenner. For et ikke fenghettefølsomt sprengstoff vil det i tillegg være nødvendig med en forsterkerladning, en primer, for å få i gang en sikker detonasjon.

Initieringsevne

Initieringsevnen bestemmes i en minimum booster test der man finner den svakesteste tenner, eller minste sprengladning, som skal til for å få i gang en sikker detonasjon av sprengstoffet.

Overføringsevnen

Overføringsevnen finnes ved å undersøke overføringen av detonasjonen fra en patron til en annen når patronene ligger på linje etter hverandre med en viss avstand. Den lengste avstanden mellom patronene der overføring skjer er et mål for overføringsevnen. Overføringsavstanden øker med økende diameter, og den er sannsynligvis større i et borehull enn når patronene detonerer frittliggende. For Dynamit er kravet at overføringsavstanden minst skal være 2 ganger patron diameteren.



Håndteringssikkerhet

I håndteringssikkerheten inngår følsomhet for slag og friksjon og kjemisk stabilitet. Følsomhet for slag måles i et BAM fallhammerapparat. I fallhammeren slipper et lodd ned på en liten sprengstoffmengde, 40 mm³, plassert mellom to stålsylindere som står vertikalt på hverandre inne i en stålring. Avhengig av følsomheten på sprengstoffet, kan vekten på loddet være 1, 5 eller 10 kg. Fallhøydene ligger normalt mellom 10 og 60 cm. Ved gjentatte forsøk finnes den vekt og høyde som fører til detonasjon. Slagenergien angis i kpm eller J (1 J = 0,1 kpm). For Dynamit, som er et følsomt



sprengstoff, er fallhammerverdiene 0,3 - 0,5 kpm, mens den for Anolit er mer enn 4 kpm. BAM fallhammer inngår som en del av testprogrammet hos produsentene.

Følsomhet for friksjon blir kontrollert i et BAM friksjonsapparat. En prøve på 10 mm³ av et sprengstoff blir lagt på en bevegelig porselensplate under et porselensstempel som kan belastes med vekter fra 0,5 til 36 kg. Porselensplaten beveges fram og tilbake 10 mm en gang. Forsøket gjøres med forskjellige vekter til det skjer en deflagrasjon eller eksplosjon. For Dynamit, emulsjoner og Anolit, er det ingen reaksjoner for vekter under 36 kg.

Kjemisk stabilitet kontrolleres i en varmetest kalt Abeltest. Et gram sprengstoff blir varmet opp til 82,2°C og avgassene blir kontrollert. For et sprengstoff bør det ikke skje noen reaksjon før etter minst 10 minutter. I dag gjøres Abeltesten bare unntaksvis på ferdige sprengstoffer, mens råvarer som nitrocellulose, nitroglyserin og nitroglykol blir kontrollert rutinemessig hos produsentene.

Transport og lagring

Dyno Nobel har en egen informasjonsbrosjyre, " Dette må du vite", som omhandler kjøp, transport og lagring av eksplosive varer.

Lademetoder

Lading av sprengstoffer er beskrevet i §12-6 i "Forskrift m/veiledning om eksplosive varer, kapittel 12. Bruk.". For patronerte produkter kan det benyttes ladestokk av tre eller ladeapparat. Ladestokker av annet materiale enn tre og apparater for mekanisk lading skal være godkjent av DBE. Tennpatron skal som regel føres inn i borehullet som første patron og tenneren skal peke i detonasjonsretningen. Ved nedadrettede hull skal ikke tennpatronen slippes, men alltid føres forsiktig ned. Anolit kan drysses fra sekk, eller blåses i hullet med pneumatisk ladeapparat. Anolit Extra skal alltid lades med ladeapparat. Dyno Nobel har utviklet ladesystemer for lading av sprengstoffer i bulk:

Dyno Nobel har i nært samarbeid med sine kunder utviklet AnB[®] System, som en naturlig del av sitt totalkonsept, for direkte leveranser over hele Norge. Systemet er bygget opp rundt fleksible og mobile, lade- og produksjonsenheter som sikrer kostnadsoptimal drift for sprengningsarbeider så vel over som under jord.

AnB System
Anolit Bulk System



Dyno Nobels Titan SME[®] System (Site Mixed Emulsion) er utviklet for rasjonell lading med bulksprengstoffet Titan i forbindelse med sprengningsarbeider i dagen, så som pallsprengning i dagbrudd, pukkverk, anleggsarbeider etc. Systemet kan også anvendes ved pallsprengninger i gruver og større bergrom / fjellhaller.



TITAN
SME System[®]
Site Mixed Emulsion

Dyno Nobels Titan SSE[®] System SSE-System (Site Sensitised Emulsion) er utviklet for bruk til sprengningsarbeider under jord, så som tunneler, bergrom og gruver. Systemets fleksibilitet medfører at det også egner seg for lading av salver ute i dagen. Systemet består av en ladetruck, en lagertank, samt pumper for overføring av emulsjonsmatrise og gassereagens til SSE trucken.



TITAN
SSE System[®]
Site Sensitised Emulsion

Med disse systemene leverer Dyno Nobel sprengstoff direkte i hullene på brukerstedet. For nærmere beskrivelse av systemene vises til egne brosjyrer.

Sprengstoff typer

Innen AnB Systemet produserer Dyno Nobel forskjellige ammoniumnitrat/olje sprengstoffer (Anolit) med ulike egenskaper. I tillegg importerer Dyno Nobel en rekke forskjellige produkter fra andre produsenter. Importen omfatter NG-holdige sprengstoffer av ulik type, patronerte emulsjonsprodukter, detonerende lunter og primere (boostere). NG-holdige sprengstoffer kan inneholde en spengolje som består av ren nitroglykol eller en blanding av nitroglyserin og nitroglykol. De fleste sprengstoffene blir patronert i papir, plast (pølser) eller i rør av plast (rørladninger). Anolit og varianter av Anolit blir pakket i 25 kg sekker eller "bigbag".

For nærmere beskrivelse henviser vi til Tekniske Informasjoner om de forskjellige produktene.

Utgiver tar forbehold om trykkfeil, endringer i lover og forskrifter og eventuelle produktendringer © Dyno Nobel ASA

Dyno Nobel ASA

Europe, Middle East & Africa

Drammensveien 147 A, Postboks 664 Skøyen, 0214 Oslo

Telefon: 22 31 70 00, Telefax: 22 31 77 19

info@eu.dynonobel.com - www.dynonobel.info

DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance