

Til: Norges vassdrags- og energidirektoratet
v/ Aart Verhage
Kopi til: Odd Are Jensen
Dato: 2017-12-22
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20170131-06-TN
Prosjekt: SP 4 FoU Snøskred
Prosjektleder: Dieter Issler
Utarbeidet av: Dieter Issler
Kontrollert av: Peter Gauer

Snøskyskredmodell SL-1D – Grunnleggende ligninger og korrekturefaktorer

Sammendrag

For tiden mangler det en beregningsmodell for snøskyskred som er like raskt og enkelt å bruke som f.eks. modellene RAMMS eller MoT-Voellmy for den tette delen av snøskred. I rådgivningsoppdrag brukes det derfor av og til fortsatt den gamle 1D modellen SL-1D, til tross for flere kjente svakheter. Det foreliggende dokumentet oppsummerer modellens grunnleggende ligninger samt en ellers udokumentert utvidelse for å undersøke effekten av voller eller andre objekter som bremser snøskya. Det beskrives videre en heuristisk metode basert på masse- og impulsbalanse for å tilnærme effekten av skredets sideveis utbredelse, som heller ikke er publisert i faglitteratur.

Innhold

1	Snøskymodellen SL-1D	2
2	Grunnleggende ligninger i SL-1D	2
3	Inngangs- og utgangsdata	3
4	Begrensninger av modellen	4
5	Korrekturefaktorer	5
6	Impuls- og energitap ved voller	6
7	Litteratur	7

Kontroll- og referanseside

1 Snøskymodellen SL-1D

SL-1D beskriver snøskya sammen med den fluidiserte delen av tørre snøskred og snødekket i en koblet tre-lags-modell (Issler, 1998, 1999). Det antas at fronten av snøskredet blir så raskt fluidisert at man kan beskrive denne delen av skredet uavhengig av den tette delen rett fra utløsningstidspunktet. Den fluidiserte delen eroderer snø fra snødekket samtidig som den også deponerer snø. I tillegg virvles snø fra overflaten av det fluidiserte laget opp og danner snøskya pga. skjærspenningen mot luften eller mot snøskya. Når snøskya blir tettere, øker også den omvendte prosessen, nemlig avsetning av partikler fra snøskya til det fluidiserte laget. Massen av snøskya øker både gjennom oppvirvling av snø fra det fluidiserte laget og medrivning av luft.

2 Grunnleggende ligninger i SL-1D

Ligningene som beskriver modellen er nokså innviklet at de ikke vises her i alle detaljene, men hovedtrekkene er følgende:

- Modellligningene er midlet over lagtykkelsen, men effekten av antatte konstante hastighets- og tetthetsprofiler er tatt med i ligningene.
- Tre separate ligninger for massebalansen av snødekket (indeks 1), det fluidiserte laget (indeks 2) og suspensjonslaget (indeks 3):

$$\begin{aligned}\partial_t(\rho_1 h_1) &= q_d - q_e, \\ \partial_t(\rho_2 h_2) + \partial_s(\rho_2 h_2 u_2) &= q_e - q_d + q_s - q_t, \\ \partial_t(\rho_3 h_3) + \partial_s(\rho_3 h_3 u_3) &= q_t - q_s + q_l.\end{aligned}$$

- En ligning beskriver transport av snøkorn i suspensjonslaget,

$$\partial_t c_3 + \partial_s(h_3 c_3) = \frac{1}{\rho_i}(q_t - q_s).$$

- To ligninger for impulsbalansen i det fluidiserte laget og suspensjonslaget:

$$\begin{aligned}\partial_t(\rho_2 h_2 u_2) + f_{2,m} \partial_s(\rho_2 h_2 u_2^2) &= \rho_2 h_2 g \sin \theta - \partial_s[(f_{2,c} \rho_2 h_2^2 + f_{3,c} \rho_3 h_3^2) g \cos \theta] \\ \{WWW \equiv\} - (q_d + q_t) u_2 + q_s \gamma u_3 + C_f \rho_3 (u_3 - u_2)^2, \\ \partial_t(\rho_3 h_3 u_3) + s(\rho_3 h_3 u_3^2) &= \rho_3 h_3 g \sin \theta - f_{3,c} \partial_s(\rho_3 h_3^2 g \cos \theta) \\ &+ q_t u_2 - q_s \gamma u_3 - C_f \rho_3 (u_3 - u_2)^2\end{aligned}$$

Gravitasjonsakselerasjonen betegnes med g , og θ er helningsvinkelen. ρ_1, ρ_2, ρ_3 er henholdsvis tettheten av snødekket, det fluidiserte laget og suspensjonslaget, $h_1, h_2, h_3, u_1, u_2, u_3$ er de tilsvarende flytehydene og hastighetene. I det fluidiserte laget er $\rho_2 \approx c_2 \rho_i$ en tilstrekkelig tilnærming, der ρ_i er snøkorns tetthet og c_2 er volumkonsentrasjonen av snøpartikler i det fluidiserte laget. For suspensjonslaget må det imidlertid tas hensyn til

lufttetthet ρ_l gjennom ligningen $\rho_3 = \rho_l + c_3(\rho_i - \rho_l)$, med c_3 den dybdemidlede volumkonsentrasjonen i suspensjonslaget. Koeffisienter $f_{2,m}, f_{2,c}, f_{3,m}, f_{3,c}$ og γ er bestemt av formen av hastighets- og konsentrasjonsprofilene. $C_f \sim 0,01$ er en turbulent friksjonskoeffisient for suspensjonslaget mot det fluidiserte laget.

Masseutveksling mellom snødekket og det fluidiserte laget, og mellom det fluidiserte laget og snøskya beskrives av funksjoner q_e for erosjon av snødekket, q_d for avsetning fra det fluidiserte laget, q_t for turbulent suspensjon og q_s for utfall fra suspensjonslaget til det fluidiserte laget. Medrivning av luft i suspensjonslaget betegnes med q_l . Det er et karakteristisk trekk av SL-1D at motstanden mot bevegelse i snøskya er først og fremst bestemt av impulsutvekslingen som er forbundet med masseutvekslingen

Modellering av masseutvekslingstermene i SL-1D er basert på tanken at snøskred har mange felles trekk med fokksnø. Der finnes det krypende bevegelse på bakken av de største snøkorn og når vindhastigheten er så vidt stor nok for å rive ut noen snøkorn uten å kunne løfte dem opp – noenlunde analog med den tette delen av snøskredet. Hvis partiklene er lettere eller vindhastigheten er større, løftes snøkorn opp og akselereres, slik at de støter på snødekket med mye høyere hastighet enn de startet med. Dette gjør det mulig at mange av dem preller av og hopper videre. Derfor ble det fluidiserte laget i snøskred tidligere kalt for saltasjonslag. Det kan også hende at et snøkorn havner i en virvel i vinden som er sterk nok til å løfte snøkornt helt opp i luften, slik at det ikke kommer ned til bakken over et mye lengre tidsrom enn vanlige hopp varer. På denne måten dannes suspensjonslaget som opprettholdes av turbulens som snøskya opprettholdes av turbulens.

Forskjellen mellom fokksnø og snøskred er at det er gravitasjonskraften på selve snøskredet som driver snøskredet og som er dess større jo større skredmassen er, og at turbulensen som danner og opprettholder snøskya er et resultat av skredets bevegelse og derved av gravitasjonskraften. Derimot er snøen i fokksnø passiv og drives av vinden, som er uavhengig av fokksnøen i første tilnærming.

SL-1D antar at medrivning i snøskred skjer på lik måte som i fokksnø, nemlig at partikler fra det fluidiserte laget slår flere partikler fri fra snødekket når de lander etter et hopp. Hoppende partikler må imidlertid akselereres for å kunne løsne flere nye partikler og hoppe videre etter støtet. For flere detaljer vises det til (Issler, 1998).

3 Inngangs- og utgangsdata

Beregninger med SL-1D omfatter følgende skritt:

- Valg a skredbanen som en profillinje,
- Valg av utløsningsområde, bruddhøyde, eroderbar snøhøyde langs banen og terskelhastighet for medrivning (som kan variere langs skredbanen),
- Estimat av brøkdelen av startmassen som blir fluidisert i løpet av kort tid etter utløsning.

Programmet skriver $h_1, h_2, h_3, \rho_2, c_3, u_2, u_3$, og trykkene p_2 og p_3 i valgte tidsintervaller samt maksimalverdiene gjennom hele simuleringen til en binær fil som kan analyseres, enten med visualiseringen som er innebygget i brukergrensesnittet av AVAL-1D eller med andre verktøy.

For å få informasjon om tetthet, hastighet og trykk på en bestemt høyde over bakke er det nødvendig å bruke profilfunksjonene for c_2, c_3, u_2 og u_3 . I det fluidiserte laget kan man – innenfor modellens grunnantagelser – anta at hastigheten, tettheten og trykket er tilnærmet uavhengige av høyden over bakken. Som default er følgende profilfunksjoner antatt:

$$\text{Tetthetsprofil:} \quad \rho(\zeta) = \rho_l + \left(\frac{4}{3} - \frac{2}{3}\zeta\right)\rho_i c_3 = \bar{\rho} + \frac{1}{3}(1 - 2\zeta)(\bar{\rho} - \rho_l)$$

$$\text{Hastighetsprofil:} \quad u(\zeta) = 1.4(1 - \zeta^2)u_3$$

$\zeta = z/h$, $\bar{\rho}$ er den dybdemidlede tettheten i snøskya, ρ_i er tettheten av is (917 kg/m^3), c_3 den dybdemidlede snøkonsentrasjonen i snøskya, og u_3 den dybde- og tetthetsmidlede hastigheten. På grunn av $p(z) = (1/2)\rho(z)u^2(z)$ og $p_3 = (1/2)\rho_3 u_3^2$ finner man

$$\text{Trykkprofil:} \quad p(\zeta) = \rho_3 u_3^2 \left[1 + \frac{1}{3}(1 - 2\zeta)\left(1 - \frac{\rho_l}{\rho_3}\right) \right] (1 - \zeta^2)^2 .$$

4 Begrensninger av modellen

Modellen har noen kjente svakheter:

- ↗ Det trengs betydelig erfaring til å anslå en hvor stor del av startmassen av flakskredet som blir fluidisert “i løpet av kort tid”. Typiske verdier for vanlige skredbaner er mellom 10 og 20 %, men for baner med stup eller trange partier er verdier på 30–40 % realistiske, i ekstremtilfeller helt til 70 %.
- ↗ Suspensjonslaget oppnår stor høyde etter hvert, og derved øker luftmotstanden ved fronten og blir en viktig del av den totale motstanden. I den nåværende versjonene tar SL-1D ikke hensyn til denne effekten og kan derfor overestimere hastigheten i utløpsområdet, dess mer jo lengre skredbanen er.
- ↗ Den aktuelt tilgjengelige versjonen implementerer ikke alle ligningene beskrevet i (Issler, 1998). Spesielt beregnes turbulensnivået i snøskya ikke, men det brukes forenklete formler til å beregne medrivning av luft og utfallshastigheten av snøpartikler.
- ↗ SL-1D er en kvasi-2D modell, dvs. sideveis spredning av snøskya pga. trykkgradienter og medrivning av luft langs sidene er ikke tatt med. Den sistnevnte prosessen fører til raskere nedgang av partikkelkonsentrasjonen i snøskya og økt aerodynamisk motstand. Effekten er ikke-lineær og kan ha stor betydning for trykket i snøskya. En heuristisk metode for å korrigere det beregnete trykket gjennom en korrekturfaktor < 1 , som avtar raskt med distanse, ble utviklet og gir tilsynelatende gode resultater, men er vanskelig og tidskrevende å anvende. Metoden er beskrevet nedenfor i kap. 5.

- ↗ Numerisk ustabilitet kan oppstå der banekrumningen er stor (vanligvis i en sen fase av simuleringen når skredet har allerede passert det høyeste trykket i området som skal undersøkes). Dette krever at simuleringen gjentas med et kortere tidsintervall.

Til tross for disse svakhetene har modellen blitt brukt ofte i skredfarekartlegging i Alpene i situasjoner der snøskya kan ha betydning, og realistiske resultater kan oppnås med tilstrekkelig erfaring.

5 Korrekturfaktorer

For å oppnå mer realistiske resultater i situasjoner der snøskya kan spre seg fritt sideveis, ble en enkel metode utviklet som multipliserer trykket beregnet av SL-1D med en reduksjonsfaktor < 1 som avhenger bl.a. av distansen fra punktet der gjelet munner ut i dalbunnen. Metoden er basert på masse- og impulsbalansen, men kan ikke ta hensyn til ikke-lineære effekter. Det forventes imidlertid at slike effekter vil bremse skredet ytterligere, slik at det korrigerte trykkestimatet fortsatt burde være på den sikre siden.

Sideveis spredning av snøskyer har to årsaker: (i) høyere trykk i snøskya pga. vekten av snøpartiklene, og (ii) medrivning av luft langs skredets sidene. Av disse to årsakene, kun (ii) har en direkte bremsevirkning på snøskya. Årsaken (i) har imidlertid indirekte bremsevirkning (overflaten øker der luft kan medrives) som ikke tas hensyn til i denne metoden. Medrivning av luft betyr at luften rundt skrevet blir en del av skredet, blandes med fine snøkorn og akselereres til skredets hastighet. Impulsen og energien til denne akselerasjonen kommer fra snøskya selv, som derfor blir langsommere.

Sideveis spredning kun pga. medrivning av luft estimeres som

$$\tilde{b}(s) = b_0 + \alpha s,$$

der b_0 er bredden av skredet ved munningen av gjelet, $\tilde{b}(s)$ den hypotetiske bredden ved distanse s fra munningen dersom kun medrivning av luft ville bidratt. $\alpha \approx 0.1-0.2$ er en vekstkoefisient som ble målt i laboreksperimenter. Denne hypotetiske medrivningen av luft gjennom skredets sider fører til en likeså hypotetisk endring av tettheten som

$$\tilde{\rho}(s) = \frac{\rho_0 b_0 + \alpha s \rho_l}{\tilde{b}(s)} = \rho_0 \frac{1 + \alpha \frac{\rho_l s}{\rho_0 b_0}}{1 + \alpha \frac{s}{b_0}},$$

med luftens tetthet $\rho_l \approx 1.2 \text{ kg/m}^3$. Impulsen ved utgangen av gjelet, $m_0 = \rho_0 b_0 u_0$, må fordeles på en større masse, $m_0 = \tilde{m}(s) = \tilde{\rho}(s) \tilde{b}(s) \tilde{u}(s)$, som fører til den hypotetiske hastigheten

$$\tilde{u}(s) = u_0 \frac{1}{1 + \alpha \frac{s}{b_0}} \frac{1 + \alpha \frac{s}{b_0}}{1 + \alpha \frac{\rho_l s}{\rho_0 b_0}} = \frac{u_0}{1 + \alpha \frac{\rho_l s}{\rho_0 b_0}}.$$

Trykket er proporsjonal til $\rho(s)u^2(s)$, og så finner man korrekturfaktoren $R(s)$ som forholdet mellom $\tilde{p}(s)$, dvs. det hypotetiske trykket ved distanse s , og trykket ved munningen, p_0 :

$$R(s) \equiv \frac{\tilde{p}(s)}{p_0} = \frac{1}{1 + \alpha \frac{s}{b_0}} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \frac{\rho_l s}{\rho_0 b_0}}.$$

$R(s)$ kan lett beregnes ved å måle bredden av munningen fra kartet og å bruke den gjennomsnittlige tettheten ved munningen, ρ_0 , fra simuleringen.

Vi approksimerer effekten av sideveis spredning ved å multiplisere det simulerte trykket $p_{\text{sim}}(s)$ med $R(s)$ for å få det *korrigerte trykket*:

$$p_{\text{kor}}(s) \approx R(s)p_{\text{sim}}(s).$$

6 Impuls- og energitap ved voller

På 1990-tallet ble det gjennomført laboratorieforsøk med fine plastpartikler i vann for å få informasjon om hvor mye trykket av en snøsky kan reduseres med en voll (Keller og Issler, 1996). Disse forsøkene forventes å gjengi forholdene i snøskyer godt der snøskya har separert seg fra skredets tette del og det fluidiserte laget ikke dominerer dynamikken, og hvis snøskya ikke er mye tettere enn luften, dvs. tettheten er mindre enn ca. 2 kg/m^3 . De mest relevante resultatene av de nevnte forsøkene er følgende:

- Vollhøyden må være minst 15–20 % av snøskyas høyde ved vollen for at vollen skal ha merkbar effekt. Ved en vollhøyde på 40 % av snøskyas høyde reduseres skredtrykket nedenfor vollen med omtrent 65 %.
- Fangvoller med bratt støtside har omtrent den samme effekten som en vanlig voll som er halvparten høyere.
- Ledevoller som endrer skredets retning med 30° har beskjeden virkning på snøskyas retning og trykk.

For å kunne undersøke effekten av masse-, impuls- og energitap ved en voll, ble SL-1D utvidet slik at brukeren kan spesifisere hvor stor del av massen i den fluidiserte delen av skredet som avsettes ved vollen, hvor mye impuls som er tapt med dette, og hvor mye snøskya vokser i høyden pga. støtet. Det er imidlertid viktig å merke seg at *vi ikke har a priori-kunnskap om parameterne verdier som inngår i beregningen*, dvs. vi kan ikke *forutsi* hvor stor vollens effekt er.

Balanseligningene for masse og impuls i suspensjonslaget utvides med ytterligere kilde-termer:

$$\partial_t(\rho_2 h_2) + f_{2,m} \partial_s(\rho_2 h_2 \bar{u}_2) = q_{erod} - q_{sed} - q_{susp} - q_{voll} ,$$

$$\begin{aligned} \partial_t(\rho_2 h_2 \bar{u}_2) + f_{2,u} \partial_s(h_2 \rho_2 \bar{u}_2^2) &= -\partial_s(h_2 \bar{p}_2 + p_{3,max}) + \tau_2 - \tau_1 + \Delta \rho_2 h_2 g \sin \theta \\ &+ (\beta_1 q_{erod} - \beta_2 q_{sed} - \beta_3 q_{susp}) \bar{u}_2 + \gamma_1 q_{sett} \bar{u}_3 \\ &- (\delta_2 / \delta_1) q_{voll} \bar{u}_2 , \end{aligned}$$

$$\partial_t h_3 + \partial_s(h_3 \bar{u}_3) = [k + \delta_3 F(|s - s_{voll}|/L)] |\bar{u}_3| ,$$

$$\begin{aligned} \partial_t(\rho_3 h_3 \bar{u}_3) + f_{3,u} \partial_s(\rho_3 h_3 \bar{u}_3^2) &= \partial_s(h_3 \bar{p}_3) + \tau_3 - \tau_2 + \Delta \rho_3 h_3 g \sin \theta \\ &+ \beta_3 q_{susp} \bar{u}_2 - \gamma_1 q_{sett} \bar{u}_3 - \delta_4 J . \end{aligned}$$

Kildetermene $q_{voll} = \delta_1 \rho_2 h_2 \bar{u}_2 F(|s - s_{voll}|/L)$ og $J = \rho_3 h_3 \bar{u}_3^2 F(|s - s_{voll}|/L)$ er henholdsvis massetap per m² og s og impulstap per m² og s på grunn av vollen. Brukeren må velge fornuftige verdier for parameterne δ_{1-4} , der δ_3 er dimensjonsløs, mens δ_1 , δ_2 og δ_4 er inverse lengder. Alle disse kildetermene er lokalisert innen en distanse L fra vollen, som ligger ved s_{voll} ; for enkelhets skyld er funksjonen F valgt likt for alle kildetermene: $F(q) = 1 - |q|$ hvis $|q| < 1$ og 0 ellers. Nødvendige betingelser er $\delta_{2,4} L < 1$. I simuleringene beskrevet i Vedlegg B.2 brukes verdiene $L = 100$ m, $\delta_1 = 0.005$ m⁻¹, $\delta_2 = 0.005$ m⁻¹, $\delta_3 = 0.01$ og $\delta_4 = 0.003$ m⁻¹.

7 Litteratur

- Christen, M., P. Bartelt og U. Gruber (2002). AVAL-1D: An avalanche dynamics program for the practice. Proc. Intl. Congress INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim – Matsumoto / Japan. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Klagenfurt, Østerrike. Bind 2, s. 715–725.
- Christen, M., J. Kowalski og P. Bartelt (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**, 1–14.
- Issler, D. (1998). Modelling of snow entrainment and deposition in powder-snow avalanches. *Annals of Glaciology* **26**, 253–258.
- Issler, D. (1999). Berücksichtigung der Staublawinen in der Gefahrenkartierung. Del 4 i kursmaterialet til "Neue Berechnungsmethoden in der Lawinengefahrenkartierung". Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), Davos, Sveits.
- Keller, S. og D. Issler (1996). Staublawinen über Dämme und Mauern im Labor: Zusammenstellung aller Resultate und Auswertung. Bericht zuhanden des Schweiz. IDNDR-Komitees. SLF IB 697, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Sveits.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Snøskyskredmodell SL-1D – Grunnleggende ligninger og korrekturfaktorer		Dokumentnr./Document no. 20170131-06-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Norges vassdrags- og energidirektoratet	Dato/Date 2017-12-22
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution FRI: Kan distribueres av Dokumentsenteret ved henvendelser / FREE: Can be distributed by the Document Centre on request		
Emneord/Keywords Snøskyskred, numerisk modellering, SL-1D		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country —	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality —	Felt navn/Field name
Sted/Location —	Sted/Location
Kartblad/Map —	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: — Øst: — Nord: —	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemannskontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Interdisciplinary review by:
0	Originaldokument	2017-12-22 Dieter Issler	Velg kontrolldato Ditt navn her	Velg kontrolldato Ditt navn her	Velg kontrolldato Ditt navn her

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date Velg dato	Prosjektleder/Project Manager Ditt navn her
-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------------------------

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

