

Oppdragsgiver: **Aurland kommune**

Oppdragsnr.: **52205864** Dokumentnr.: **52205864-RIG-N01**

Til: Aurland kommune v/ Anja Marken
Fra: Norconsult AS v/ Siri Bente Haugen
Dato 2023-01-12

► Områderegulering Flåm - vurdering av områdestabilitet

Sammendrag

I forbindelse med områderegulering for Flåm er det utført vurdering av områdestabilitet etter tabell 3-1 i NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

Tidligere utførte grunnundersøkelser har påvist løsmasser av hovedsakelig sand og grus i planområdet, i tillegg til silt og leire ved Brekke Bru. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

Norconsult utførte supplerende grunnundersøkelser i og omkring planområdet høsten 2022. Fra totalsonderinger og prøver er løsmassene tolket til å bestå av humusholdig grus, sand og silt i tillegg til en del stein og blokk. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

Fravær av sprøbruddmateriale og kvikkleire gjør at planområdet ikke kan være et løснеområde for områdeskred eller være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Det er dermed ikke nødvendig med ytterligere utredning etter NVEs veileder 1/2019. Planområdet for områderegulering Flåm er ikke innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred.

Innhold

Sammendrag	1
1) Innledning	3
2) Grunnlag	3
NVEs løsmassekart og marin grense	3
Tidligere utførte grunnundersøkelser	4
3) Vurdering av områdestabilitet	4
Viki	5
Flåm sentrum	6
Kai	6
Nord for kai	7
Sør for camping	7
Orøyane næringsområde	8
Storsteinflåten og Hokabøane	8
4) Referanser	9

1) Innledning

Norconsult AS har på oppdrag fra Aurland kommune utarbeida områdereguleringsplan for Flåm. I den forbindelse er det utført vurdering av områdestabilitet (fare for kvikkleireskred) etter tabell 3-1 i NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

Planområdet ligger i hovedsak langs Flåmselva med bratte fjell rundt. I nordøst grenser planområdet mot fjorden. Nedenfor er det vist et kartsnitt av Flåm der det er skissert området for områdereguleringsplanen.

I revisjon J02 av foreliggende rapport er vurderinger av områdeskred revidert etter at Norconsult har utført supplerende grunnundersøkelser i planområdet [2].



Figur 1 Planområde for områdereguleringsplan

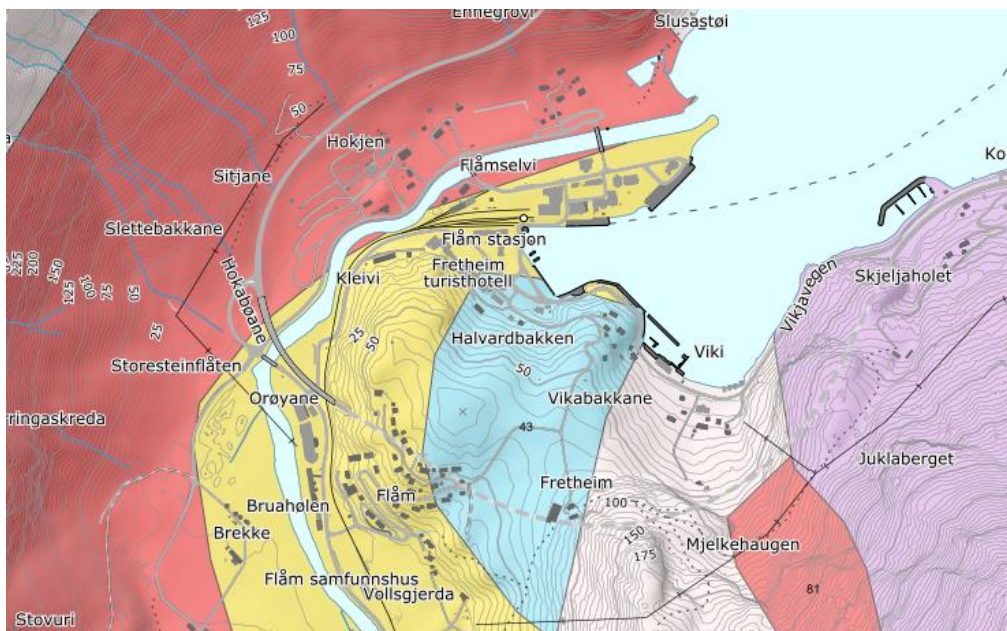
2) Grunnlag

NVEs løsmassekart og marin grense

Utklipp fra NGUs løsmassekart [3] er vist i Figur 2. Løsmassekartet viser skredmateriale (rød farge på kart) nord for Flåmselvi, elveavsetninger (gult) ved jernbanestasjonen og Fretheim hotell, bart fjell/tynt dekke (rosa) i Viki og forviringsmateriale (lilla) øst for Viki. Mellom Fretheim hotell og Viki er det registrert tynt marin avsetning (blått). Merk at løsmassekartet kun gir en beskrivelse av løsmasser på overflaten. Det kan dermed være marine avsetninger i dybden selv om løsmassekartet viser andre avsetningstyper.

Store deler av arealet på kaien øst for jernbanen er fylt ut med masser fra bygging av veganlegg/tunnel.

Marin grense er på ca. kote + 125 moh, og hele planområdet er under marin grense.



Figur 2 NGUs løsmassekart [3] for Flåm

Tidligere utførte grunnundersøkelser

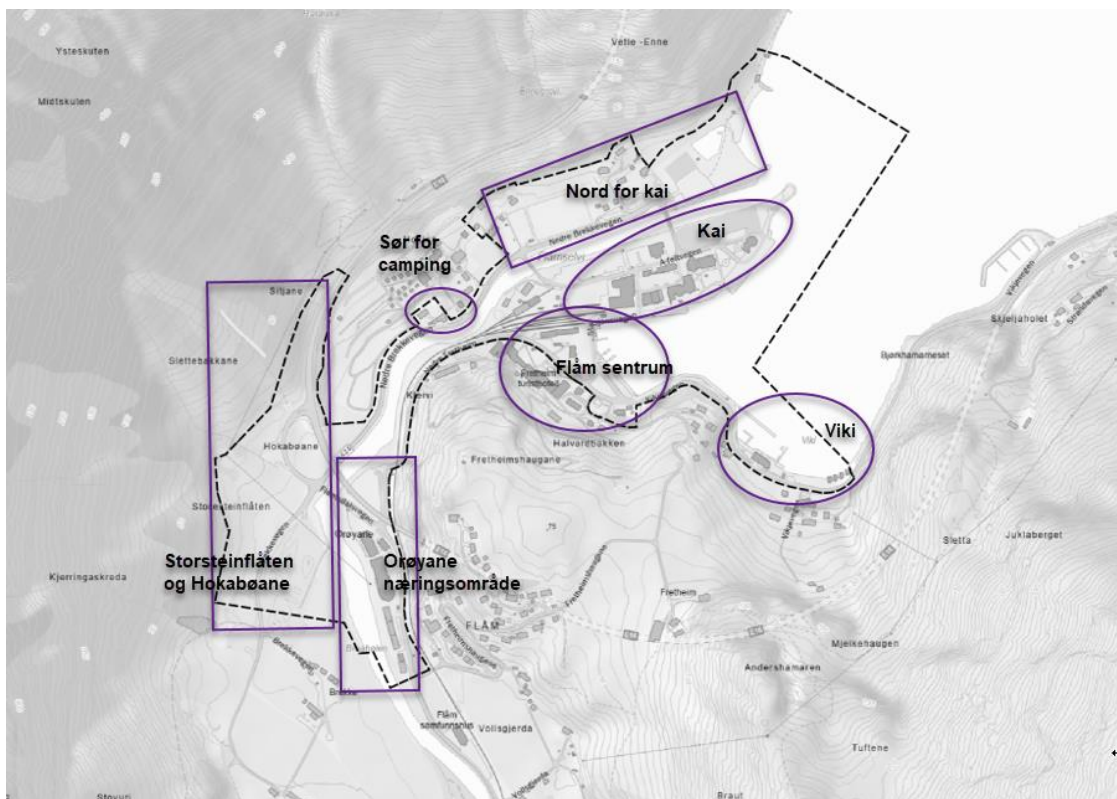
Fra 1976 til 2013 er det utført seismiske undersøkelser og flere grunnundersøkelser i planområdet. Resultatene har vist løsmasser av hovedsakelig sand og grus i planområdet, i tillegg til silt og leire ved Brekke Bru. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale.

For å få en bedre kartlegging av grunnforholda har Norconsult utført 11 totalsonderinger og tatt opp 10 prøver i planområdet høsten 2022 [2]. Resultatene viste grus, sand og silt i tillegg til en del stein og blokk. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

I kap.3) *Vurdering av områdeskred* er det inkludert mer informasjon fra utførte grunnundersøkelser, og det er gitt referanser til aktuelle rapporter.

3) Vurdering av områdestabilitet

Vurdering av områdestabilitet og mulig fare for kvikkleireskred er utført etter tabell 3-1 i kap.3.2 i NVE veileder Nr. 1/2019 [1]. Siden planområdet er stort, er det delt opp i mindre delområder for vurdering av områdestabilitet.



Figur 3 Oppdeling i delområder for vurdering av områdestabilitet

Viki

Viki ligger øst i planområdet og omfatter areal mellom Vikjavegen og fjord, i tillegg til ca. 45 m ut i fjorden.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Viki er under marin grense. GeoTeam AS har i 1985 utført seismiske målinger i fjorden ved Viki [5]. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus med mektighet 40-50 m.

Norconsult har i 2022 utført totalsondering og tatt prøver i en posisjon på nedsiden av Vikjavegen [2]. Sondering viser at under et topplag med fyllmasser er det et lag fra 1,5-5 m dybde med liten bormotstand. Prøver viser at løsmassene i dette laget består av humusholdig grus, sand og silt. Fra 5 m dybde til sonderingslutt på 20 m dybde er det svært høy bormotstand, trolig morene eller skredmateriale.

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at Viki ikke kan være et løснеområde for områdeskred.

Norconsult har i 2022 utført totalsondering i 2 posisjoner i skråningen ovenfor Viki [2]. Boringene viser svært høy bormotstand, trolig morene eller skredmateriale, til sonderingslutt på 20 m dybde.

Fravær av sprøbruddmateriale ovenfor Viki, gjør at Viki ikke kan være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng.

Vurdering av områdeskred for Viki kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

Flåm sentrum

Området Flåm sentrum omfatter Flåm stasjon og området øst for Fretheim hotell.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense. Sogn og Fjordane Vegkontor har utført grunnundersøkelser i 1983 i sjøen for utfylling øst for Fretheim hotell [6]. Dette området er i dag utfylt område. De har tolket løsmassene til å bestå av grus, sand og silt. Det er boret til 20 m dybde og berg er ikke påtruffet. Boringene vurderes til å være representative for grunnforhold på land i delområdet for Flåm sentrum.

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at delområdet Flåm sentrum ikke kan være et løснеområde for områdeskred.

Norconsult har i 2022 utført totalsondering i 2 posisjoner i skråningen ovenfor Flåm sentrum, i Halvardbakken [2]. Totalsondering i østlige del viser faste friksjonsmasser ned til påvist berg på dybde 15 m. Fra totalsondering i vestlig del er det tolket friksjonsmasser, trolig sand, ned til påvist berg på dybde 4 m.

Fravær av sprøbruddmateriale ovenfor «Flåm sentrum» gjør at Flåm sentrum ikke kan være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng.

Vurdering av områdeskred for Flåm sentrum kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

Kai

Området omfatter utfylt område mellom Flåmselvi og sentrum/Fretheim hotell.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Norges statsbaner har utført grunnundersøkelser i 1976 [7] for oppfylling ved Flåm stasjon. Grunnundersøkelser er utført på land og i sjøen der det nå er utfylt kai-område. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus. Det er boret til ca. 20 m dybde. Berg er ikke påtruffet.

Noteby har utført grunnundersøkelser i 1993 og 1997 for utvidelse av kai [8] og [9]. De har tolket løsmassene til å bestå av sand og grus. Det er boret til ca. 40 m dybde, dvs. kote -35 m. Berg er ikke påtruffet.

Fravær av sprøbruddmateriale i fjorden gjør at kai-området ikke kan være et løśnieområde for områdeskred.

Norconsult har i 2022 utført totalsondering i 1 posisjon i skråningen nord for Flåmselvi og kaiområdet. Sonderingen viser faste friksjonsmasser ned til 5 m dybde. Fra 5 -12 m dybde er det avtagende

bormotstand. Prøver viser at dette er humusholdig grus, sand og silt. Fra 12 m til sonderingsslutt på 22 m dybde der det faste friksjonsmasser.

Fravær av sprøbruddmateriale ovenfor kai-området gjør at kai-området ikke kan være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Vurdering av om kvikkleireskred ute i fjorden kan nå kai-området er utført i henhold til NVEs rapport 9/2020 [10]. En 1:6-linje fra kote -25 vil komme inn under kaien der løsmassene består av utfyllt sprengstein og sand og grus. En 1:6-linje vil dermed ikke nå kvikkleire og det er ikke fare for at kvikkleireskred ute i fjorden kan nå kai-området.

Terrengkriterie i steg 3 sammen med fravær av kvikkleire dokumentert i steg 2 gjør at kai-område ikke kan være et løснеområde for områdeskred og at det ikke kan være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Vurdering av områdeskred for kai-området kan dermed avsluttes.

Nord for kai

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke er registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Norconsult har i 2022 utført totalsondering i 1 posisjon i boligfelt øst for fotballbane, samme sondering som omtalt i avsnittet for kai-området [2]. Sonderingen viser faste friksjonsmasser ned til 5 m dybde. Fra 5 -12 m dybde er det avtagende bormotstand. Prøver viser at dette er humusholdig grus, sand og silt. Fra 12 m til sonderingsslutt på 22 m dybde der det faste friksjonsmasser.

Norconsult har også utført 1 sondering helt øst mot fjorden, ved volleyballbane. Sonderingen viser faste masser, trolig fyllmasser, ned til 3 m dybde. Fra 3 m til 34 m dybde er det lav til middels bormotstand. Dette laget vurderes å være tilsvarende løsmasser som i dybde 5-12 m for sondering i boligfeltet. Her ble det ved prøver påvist humusholdig grus, sand og silt. Fra 35 m dybde til sonderingsslutt på 38 m dybde er det faste friksjonsmateriale.

Nord for planområdet stiger terrenget bratt og det er berg i dagen.

Fravær av sprøbruddmateriale gjør at området nord for kai ikke kan være et løснеområde for områdeskred eller være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Vurdering av områdeskred for området nord for kai kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

Sør for camping

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke er registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense. Norconsult har utført grunnundersøkelser i området i 2022 [2]. Fra totalsondering tolker vi løsmassene til å bestå av faste friksjonsmasser som sand og grus ned til 6 m dybde. Mellom 6 og 13 m dybde er det et lag med lavere bormotstand. Dette laget vurderes å være tilsvarende løsmasser som i dybde 5-12 m for sondering i boligfeltet øst for fotballbane. Her ble det ved prøver påvist humusholdig grus, sand og silt. Fra 13 m dybde til sonderingsslutt på 22 m dybde er det faste friksjonsmateriale.

SVV har i 2013 [11] utført grunnundersøkelser blant annet nord for camping og E16 i forbindelse med etablering av skredvoll. Fra totalsondering er løsmassene tolket til å bestå av faste friksjonsmasser av sand, grus, stein og blokk.

Fravær av sprøbruddmateriale gjør at området sør for camping ikke kan være et løснеområde for områdeskred eller være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Vurdering av områdeskred for området sør for camping kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

Orøyane næringsområde

Området Orøyane næringsområde ligger sør for Brekke bru og mellom Flåmselvi og Flåmsdalsvegen. Det er også inkludert areal nord for Brekke bru.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Det foreligger ikke grunnundersøkelser i planområdet. Like nord for planområdet er det utført grunnundersøkelser av Sogn og Fjordane Vegkontor i 1990 [12] [13], 1992 [14] og 2013 for Brekke bru. De beskriver løsmassene som sand og grus til 4 m dybde, deretter sandig silt, silt og leire under dette. Det er boret opptil ca. 40 m, dvs. ned mot kote -40. Grunnforholdene ved Brekke bru vurderes til å være representativt også for delområde Orøyane næringsområde.

Øst for delområdet er det berg i dagen. Vest for delområdet er Brekke hvor det er jordbruksareal med terreng slakt stigende mot sørvest til ca. kote +26 m hvor det er synlig berg. Norconsult har utført 3 totalsonderinger og tatt opp 4 prøver på dette jordbruksområdet. De to borpunktene som er lokalisert lengst nord viser middels sonderingsmotstand. Prøver som er tatt opp er humusholdig grus, sand og silt. Sondering lengst sør viser høy bormotstand, og løsmassene er tolket til å bestå av fast friksjonsmateriale av sand, grus og noe stein.

Fravær av sprøbruddmateriale gjør at delområdet Orøyane næringsområde ikke kan være et løснеområde for områdeskred eller være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Vurdering av områdeskred for Orøyane næringsområde kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

Storsteinflåten og Hokabøane

Området ligger sør og nord for Brekke bru, vest for Flåmselvi.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE Atlas [4] viser at det ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Området er under marin grense.

Sogn og Fjordane Vegkontor har utført grunnundersøkelser i 1990 [12] [13], 1992 [14] og 2013 for Brekke bru. De beskriver løsmassene som sand og grus til 4 m, deretter sandig silt, silt og leire under dette. Det er boret til ca. 40 m dybde, dvs. ned mot kote -40.

Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser Flåmsdalsvegen ved Hokabøane i 2013 [11]. Løsmassene er faste friksjonsmasser som sand, grus og morene. Boringene er utført til 6 m dybde uten å nå berg.

Sør for delområdet, ved Brekke, har Norconsult boret 3 sonderinger og tatt opp 4 prøver [2]. Som beskrevet for delområdet Orøyane næringsområde viser borpunktene som er lokalisert lengst nord på Brekke middels sonderingsmotstand. Prøver som er tatt opp er humusholdig grus, sand og silt. Sondering lengst sør viser høy bormotstand, og løsmassene er tolket til å bestå av fast friksjonsmateriale av sand, grus og noe stein.

Fravær av sprøbruddmateriale gjør at delområdet Storsteinflåten og Hokabøane ikke kan være et løснеområde for områdeskred eller være utsatt for områdeskred fra ovenforliggende terreng. Vurdering av områdeskred for delområdet Storsteinflåten og Hokabøane kan dermed avsluttes etter steg 2 i tabell 3-1 i kap.3.2 [1].

4) Referanser

- [1] NVE, «Veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.» 2019.
- [2] Norconsult AS, «Aurland kommune. Flåm områdestabilitetsvurdering. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport.» 2022.
- [3] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase.» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2022].
- [4] NVE, «NVE Atlas, kartportal frå NVE, inneheld blant anna aktsemdskart, faresonekart og oversikt over historiske hendingar.» 2022. [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [5] Geoteam, «Rapport 9590.01 Geoteknisk vurdering for småbåthavn Flåm basert på seismiske målinger.» 1985.
- [6] Sogn og Fjordane Vegkontor, «Rapport sd 181. Grunnundersøkelser for utfylling av tunnelmasser.» 1983.
- [7] Norges statsbaner, «Rapport Sk 4067 1-3. Oppfylling av sjøbunn ved Flåm stasjon.» 1976.
- [8] Noteby, «Rapport 36981. Kai Flåm forlenging. Grunnundersøkingar fundamenteringstilhøve.» 1993.

Oppdragsgiver: **Aurland kommune**

Oppdragsnr.: **52205864** Dokumentnr.: **52205864-RIG-N01**

- [9] Noteby, «Rapport 51955-1. Flåm djupvasskai AS. Supplerande grunnundersøkingar, botnkartlegging og geotekniske vurdering,» 1997.
- [10] NVE, «9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred. Metodebeskrivelse.,» 2020.
- [11] Statens vegvesen, «2013/041635-001. E16 Skredtiltak i Flåm, geoteknisk notat, 36040-470,» 2013.
- [12] Sogn og Fjordane Vegkontor, «SD 514. RV 903 HP. Ottnes-Flåm. Grunnundersøking Brekke bru,» 1990.
- [13] Vegdirektoratet. Veglaboratoriet, «S-157A. Ottnes-Flåm vest. Brekke bru i Flåm.,» 1990.
- [14] Sogn og Fjordane Vegkontor , «RV50. HP04. Brekke bru - supplerende grunnundersøkelser,» 1990.

J02	2023-01-12	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	SirHau	ToHSo	JoHM
J01	2022-11-09	For bruk	SirHau	ToHSo	JoHM
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.