

TidligSØK

Et verktøy for å kartlegge hva vi vet om grunnforhold i tidlig fase av planleggingen

Gunvor Baardvik, Ørjan Nerland, Siamak Feizi, Jenny Langford

Når telen går. NGFs årsmøte 2023-03-21

Bakteppet for forespørsel om TidligSØK fra Statsbygg

1. oktober 2020 kl. 22:08 **UiO-bygg ble en milliard dyrere** • Mer leire i bakken enn ventet og forsinkelser i bygginga som følge av pandemien har gjort Livsvitenskapssenteret ved Universitetet i Oslo rundt en milliard dyrere enn planlagt. Nå er det uklart hvordan den ekstra kostnaden skal dekkes.



Ringeriksbanen kan bli 5,5 milliarder dyrere

Det endelige forslaget til reguleringsplan for Ringeriksbanen er sendt til de berørte departementene.

Nettavisen Nyheter.

Norsk politikk

Oslos byggeprosjekter går på smell etter smell: - Milliardene bare renner ut

Bakteppet for forespørsel om TidligSØK fra Statsbygg

Stjer
Bygg
700

Problemene - Bane NOK
Johan Dahls hus etter en
mislykket byggeprosess

Milliardsprell
varsler risiko
kostnadsøkning

UiOs største bygning omtales som et praktbygg, men for dem som skal drifte bygningen, står problemene i kø. En rapport gir byggeprosessen karakteren 2 på en skala hvor 1 er totalt mislykket.

Byggesprekk for ny campus ved
nær én milliard mer enn antatt

Byggesprekk. I fjor var campus-utbyggingen i Ås beregnet å koste litt over sju milliarder kroner. Nå har prislappen bikket åtte milliarder.

Hvor tidlig er tidligfase?



Kartlegging og kunnskapsinnhenting

Case studies

- Ocean Space Centre
- Livsvitenskapsenteret
- Nationaltheatret



- Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen



Mindre prosjekter

- Magasin for kongelige effekter
- Havforskningsinstituttet og Sjøfartsdirektoratet i Bergen
- Politihuset i Oslo

Byggarhet på tomta

Alle tomtene vurderes å ha god byggarhet, med store flater og gode muligheter for effektiv utnyttelse, når man ser bort fra areal som evt. går bort til gater, byrom, bevaringsverdige anlegg mv.

På tomta på Bryn må fare for elvflom hensyntas gjennom f.eks. terrengbearbeiding. Dersom fare for elvflom vanskeliggjør bygging av kjeller, vil det redusere arealeffektiviteten. Dette er ikke nærmere vurdert.

Det er gjort en grov vurdering av grunnforhold. Denne antyder en høyere kompleksitet ved bygging på tomta på Bryn. Den har tykkere marin avsetning, bløttere masser og dårligere stabilitet. For kilder og mer informasjon, se vedlagte notat.

| Vurdering tomtar | |
|---|-------|
| 1. Østre Åker vei 50 (Østre Åker vei Haraldrud) | Grønn |
| 2. Østre Åker vei 60 (Østre Åker vei Haraldrud) | Grønn |
| 3. Nils Hansens vei 10, 12 og 14 (Bryn) | Gul |
| 4. Eikenga 1, 7, 17, 19, 21 og 23 (Økern/Hasle) | Grønn |
| 5. Enebakkveien 154 og 154 B (Rvøyen) | Grønn |

| Kategorier | |
|------------|-------|
| Grønn | Grønn |
| Gul | Gul |
| Rød | Rød |

Grov vurdering av grunnforhold

| | Lanngren | Grunnforholdskriterier | Bakgrunnsforhold | Berggrunn | Grunnforhold | Konstruksjon grunn |
|--------|------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Tomt 1 | Tykk leire | Tykk leire | Personell utbygging | Bløtt jord | Ikke grunnforholdskriterier | Personell utbygging |
| Tomt 2 | Tykk leire | Tykk leire | Personell utbygging | Bløtt jord | Ikke grunnforholdskriterier | Personell utbygging |
| Tomt 3 | Tykk bløtt leire | Tykk bløtt leire | Landskaps utbygging | Bløtt jord | Ikke grunnforholdskriterier | Personell utbygging |
| Tomt 4 | Tykk leire | Tykk leire | Personell utbygging | Bløtt jord | Ikke grunnforholdskriterier | Personell utbygging |
| Tomt 5 | Tykk leire | Tykk leire | Personell utbygging | Landskaps utbygging | Ikke grunnforholdskriterier | Personell utbygging |

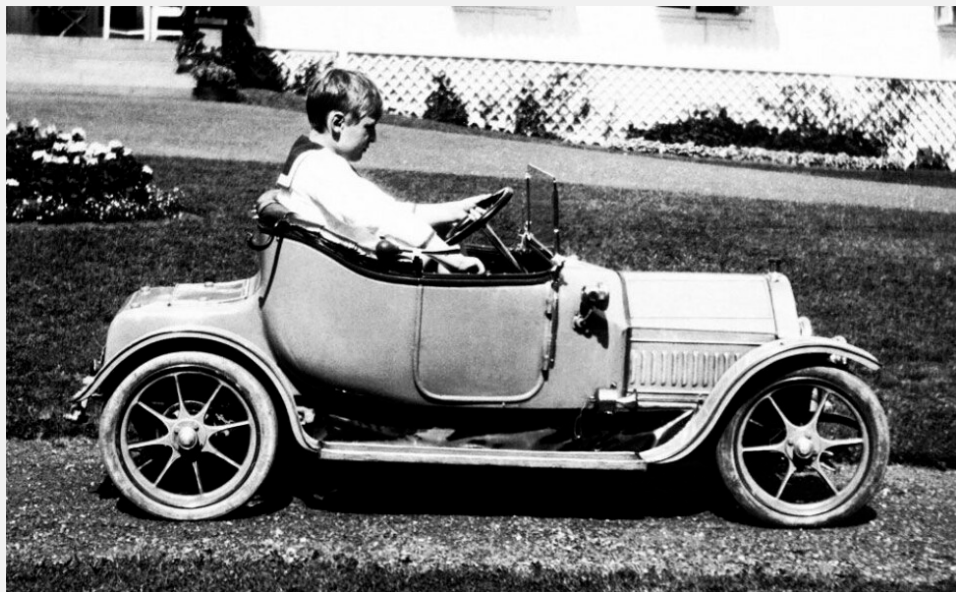
Kilde:
AsplanViak



Kilde: Cowi



Magasin for kongelige effekter



Vi utarbeidet 22 spørsmål:



| Eksempel MAGASIN (status: venter på beslutning ved beslutningsport B2) | Utrede | Avklare | Utvikle | Planlegge | Gjennomføre | Avslutte |
|--|--------|---------|---------|-----------|-------------|----------|
| <p>Valg av tomt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Er flere tomter vurdert? 2. Er grunnforhold et lokaliseringskriterium 3. Når ble tomt/-er anbefalt, besluttet og ervervet? | | ↗ | | | | |
| <p>Kunnskap om grunnforhold:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Hva slags datagrunnlag er sammenstilt, hvilke type og hvor mange grunnundersøkelser er utført? 5. Hvorfor ble grunnundersøkelser utført? (F.eks. er det undersøkelser i et nytt område eller kun fortløpning mellom punkter, er plasseringen av bygget blitt konkretisert, er det endringer i fotavtrykk, fare for setninger, kartlegging av fare for lekkasje, kartlegging av naboerområder, annet?) 6. Er resultatet av supplerende runder med grunnundersøkelser tatt hensyn til i videre planlegging? | | ↗ | | | | |
| <p>Kostnads- og usikkerhetsestimering:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Hva er prosjektets totalramme ved de ulike beslutningspunkt B1, B2 og B3 og nå? 8. Hva er kostnadsusikkerheten (knyttet til grunnforhold?) i hver fase? 9. Hva er forholdet mellom "kostnader for grunnarbeider" og totalkostnad? 10. Har andre fag tilsvarende kostnadsøkning i samme fase? | | ↗ | | | | |
| <p>Modenhetskonsept/bygning:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Når ble arealkonsept besluttet? 12. Når ble byggets utforming besluttet? 13. Er det endringer i toleranser på bygget/byggverkets følsomhet underveis? 14. Er det sett på flere alternativer til byggegrupp og fundamentering? 15. Er det gjort endringer i til hvilken kote/dybde utgravingen er planlagt, plassering eller fotavtrykk på bygget? 16. Er det endringer hos andre fagdisipliner som har påvirket omfanget av grunnarbeider (VA/overvannshåndtering, VVS, eller andre fag)? 17. Hvordan har endringer blitt kommunisert? | | ↗ | | | | |
| <p>Modenhetsplanlegging/gjennomføring</p> <ol style="list-style-type: none"> 18. Hva er beregnet byggetid for grunnarbeid? 19. Deltar RIG direkte i planleggingen, eller ivaretar disiplinene av f.eks. RIB, totalentreprenør eller andre? Når ble i tilfelle RIG engasjert i prosjektet? 20. Når ble det utarbeidet faseplaner eller anleggsteknisk vurdering av gjennomføring (områder for riggeareal, adkomstveier, etc.)? 21. Når er det kartlagt andre viktige føringer som nærhet til trafikk og viktig infrastruktur, naboers følsomhet for anleggsvirksomhet, passasje for publikum, støy, rystelser, andre begrensninger på gjennomføring? 22. Når ble entreprisform valgt? Hvilken entreprisform er valgt? | | ↗ | | | | |



MAGASIN for kongelige effekter

Kunnskap om grunnforhold:

4. Hva slags datagrunnlag er sammenstilt, hvilke type og hvor mange grunnundersøkelser er utført?
5. Hvorfor ble grunnundersøkelser utført?
6. Er resultatet av supplerende runder med grunnundersøkelser tatt hensyn til i videre planlegging?

| | Utrede | Avklare | Utvikle | Planlegge | Gjennomføre | Avslutte |
|--|--------|---------|---------|-----------|-------------|----------|
| | | | | | | |



Når er det viktigst å kjenne grunnforhold i tidlig fase?

- Ved forventet høy kostnadsramme
- Ved følsomme nabobygg eller omgivelser
- Når det skal bygges noe spesielt
- Når det er liten plass/lite å spille på ved plassering
- Ved dype utgravinger for kjeller(e)
- Ved krevende grunn som kvikkleire, fyllmasser, alunskifer, havner/dokker/områder med fundamentering på treflåter





Proessen med spørsmål, intervjuer og svar – oppsummering for geoteknikerne

- Man bør vurdere å gå ett steg tilbake og kontrollere når tidligere forutsetninger som er lagt til grunn endres underveis, eller det dukker opp endringer/uforutsette ting som kan ha en betydelig kostnadskonsekvens
- Kravene som bidrar til endringer av fundamentering må vektles mot kostnader (f.eks. rystelser – er kravet riktig, kan det gjøres noe som endrer forutsetningene?)



Proessen med spørsmål, intervjuer og svar – oppsummering for geoteknikerne forts.

- I mange prosjekter kan det være vanskelig for RIG å se kostnadskonsekvensene av valg som blir gjort tidlig i et prosjekt uten å gjøre relativt detaljerte beregninger eller vurderinger
- Små endringer i forutsetninger for grunnarbeidene kan få store kostnadmessige konsekvenser - Dette gjelder særlig dybde, men andre faktorer er lagdeling og svakere lag enn antatt, grunnvannstand og tilgjengelig plass

Hvilke kriterier peker seg ut for å få suksess?

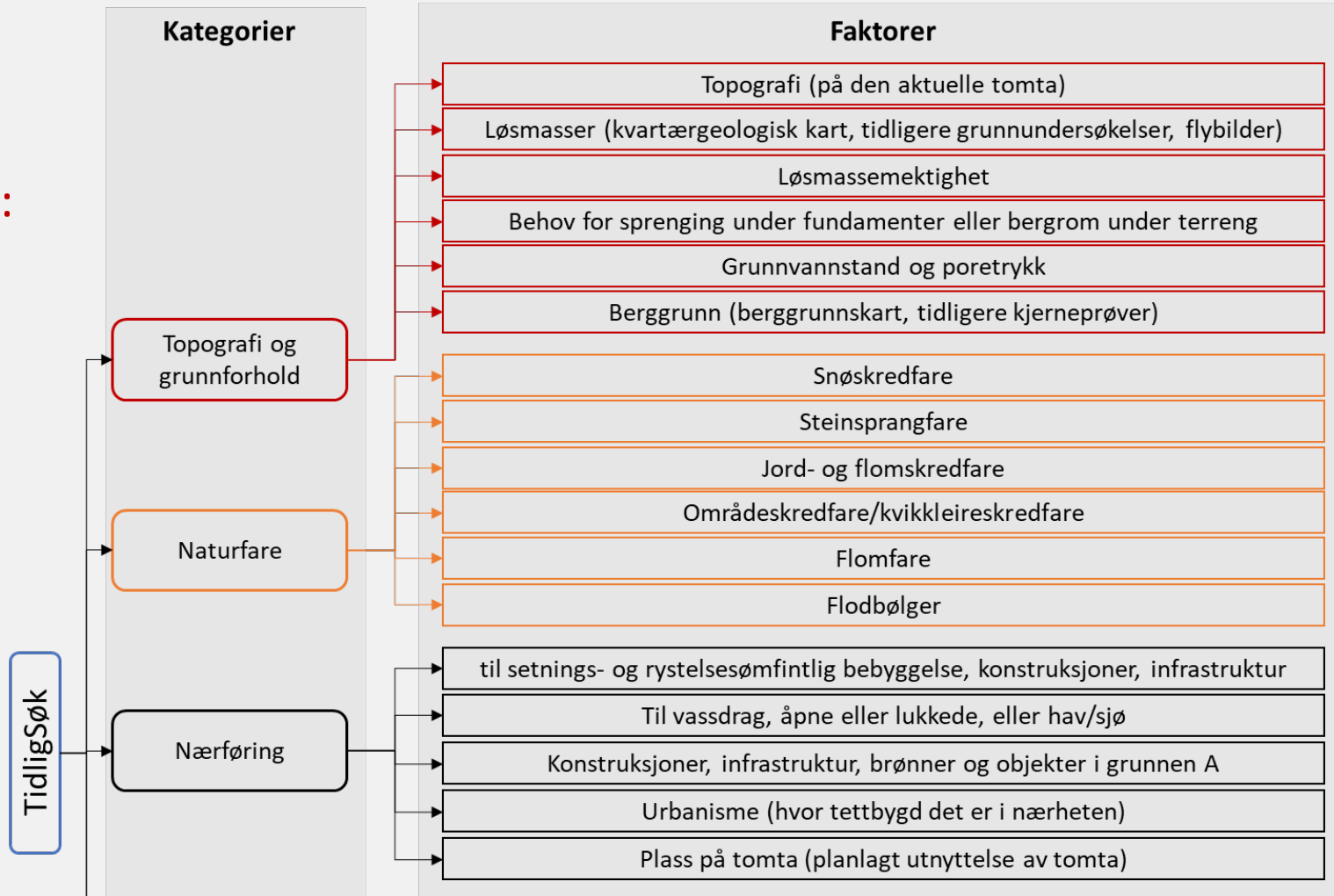
- Vi ser at der omfang/areal og utforming av bygget er avklart tidlig, så er det mindre avvik mellom KS1 og KS2
- Grunnforhold vektet likt med alle andre faktorer i en del evalueringsprosesser, men har langt større usikkerhet og konsekvens for kostnader (områdestabilitet i kvikkleire vs. spredning av svartelistearter...)
- Endringer i fundamenteringsmetode underveis kan ha stor påvirkning på budsjett. Å gjøre gode vurderinger her er viktig. Valg av løsning må være velbegrunnet (det får følgekostnader, ref. Concept-evaluering av IFI2-bygget)
- Ta også med ingeniørgeologi, hydrogeologi og anleggsteknikk tidlig
- Felles for alle de tre store prosjektene vi kartla var at det var godt med grunnundersøkelser og relativt gode grunnforhold
- For Nationaltheatret og Livsvitenskapsbygget var ikke valg av tomt noe tema
- Ocean Space – stor suksess med å ha RIG og anleggsteknikk med tidlig – Statsbygg var svært fornøyde med Multiconsult

Beskrivelse av verktøyet TidligSØK

- En kvantitativ metode som vurderer ulike geotekniske faktorer betydning for kostnadene i et byggeprosjekt.
- Det er til sammen identifisert 28 faktorer.
- Faktorene er delt inn i 5 hovedtemaer



➤ Faktorene som er identifisert:



➤ **Faktorene
forts.**





Utvikling av verktøyet

- Faktorene gis en vekting og score
- De kvantifiseres videre som produktet av vekttall og score
- Vekttallene (0-3) fastsettes for hver faktor basert på faktorens betydning for byggekostnadene i det aktuelle prosjektet. Faktorens betydning for kostnadene kan vurderes ulikt av personer.
- Videre vurderes scoren for hver av faktorene på grunnlag av angitte kriterier etter en skala fra 0 til 3.

Grunnforhold i tidlig fase - Statsbygg

| Topografi og grunnforhold | Prosjektittel skrives inn her | | | | Usikkerhet i data (oppgi høyeste mulige score) | | | Potensielle stoppkriterier | Linker/kilder |
|--|-------------------------------|-------|-----------|---|--|-----------|---------------------------------|--|---------------|
| Faktorer | Yekttall | Score | Produkt | Forklaring til valg av score | Høy score | Produkt | Kommentarer/begrunnelser/risiko | | |
| Topografi | 2 | 1 | 2 | Ø Tilnærmet flatt, / Slakere enn 1:15, 2 Brattere enn 1:15, men slakere enn 1:3, 3 Brattere enn 1:3 | 1 | 2 | | Tomter som er så bratte at det umuliggjør bruk av normale anleggsmaskiner og utstyr vil kunne bli svært kostbart å bygge på. Lag høydeprofil gjennom tomta og et godt stykke utenfor tomta. Husk å vurdere om det kan være marbakke i sjø, elv og vann som bidrar til større høydeforskjell. http://noigeskatt.no Det kan genereres høydeprofiler i andre kartdatabaser også, som f.eks. NVEs aktsomhetskart. For ev. modellering finnes det avansert terrengdata på: https://hoydedata.no og sjødybder kan finnes på: https://dybdedata.kartverket.no | |
| Løsmasser | 3 | 2 | 6 | Ø Meget faste masser (berg), / Faste løsmasser (f.eks. morenemateriale, fyllmasser av god geoteknisk kvalitet), 2 Middels faste løsmasser (f.eks. elvavsetninger), 3 Bløte løsmasser (f.eks. marine avsetninger, torv og mjr, masser med høyt organisk innhold og fyllmasser av dårlig geoteknisk kvalitet) | 3 | 9 | | Normalt frarådes bygging på torv, søppelfylling eller annet jordmateriale med høyt organisk innhold. NGUs løsmassekart: https://geo.ngu.no/fk/art/losmasse_mobil Flybilder og historiske flybilder: https://norgebilder.no For konkrete prosjekter anbefales det å bestille flyfoto i bedre oppløsning enn de som er tilgjengelige på nett. For en god del områder finnes det flere årganger med flyfoto tilgjengelig enn de som nettsidene viser. Andre Nasjonal database for grunnundersøkelser NADAG: https://geo.ngu.no/fk/art/nadag_mobil Offentlige byggherrer, direkte henvendelser og geotekniske rapporter via einnsyn: https://einnsyn.no Kommunens byggesaksarkiv bør sjekkes, se på nabolomter om det finnes grunnundersøkelser der også. | |
| Løsmassemekthet | 3 | 2 | 6 | Ø 0-3 m, / 3-15 m, 2 15-50 m, skrått berg eller store variasjoner i dybder til berg 3 Over 50 m | 3 | 9 | | Som ovenfor. I tillegg nasjonal grunnvannsdatabase https://geo.ngu.no/fk/art/granada_mobil Vær oppmerksom på at det ikke alltid legges inn riktige verdier for dybder fra terreng til berg i Granada, da det er brønnens plassering og vann- eller energiliverevne som er | |
| Behov for sprengning under fundamenter eller behov for bergrom under terreng | 2 | 1 | 2 | Ø Ingen, / En sokkel/kjelleret. i berg, 2 To kjelleret i berg, 3 Mer enn to kjelleret. i berg eller kompliserte anlegg med tunneler | 3 | 6 | | Som ovenfor. | |
| Grunnvannstand og poretrykk | 3 | 1 | 3 | Ø GV > 2m under uk bygg/byggegrøp, poreundertrykk, / GV under uk bygg/byggegrøp, hydrostatisk, 2 GV over uk bygg/byggegrøp, hydrostatisk, 3 GV over uk bygg/byggegrøp, poreovertrykk | 3 | 9 | | Høyt artesisk trykk/poreovertrykk i grunnen kan være svært kostnadsdrivende. | |
| Berggrunn | 1 | 1 | 1 | Ø Meget faste bergarter (f.eks. gabbro, granitt, sandstein), / Faste bergarter (f.eks. kvartsitt, Larvikitt), 2 Middels faste bergarter (f.eks. glimmerskifer, kalkstein), 3 Bløte bergarter (f.eks. fyllitt, svartskifer) | 3 | 3 | | NGUs berggrunnskart: https://geo.ngu.no/fk/art/berggrunn_mobil NGUs database og grus- og pukkforekomster, her kan man finne data på bergarter og teknisk kvalitet: https://geo.ngu.no/fk/art/grus_pukk_mobil | |
| Total sum score | | | 20 | | | 38 | | | |
| Maks. oppnåelig vektet total sum | | | 42 | | | | | | |

Grunnforhold i tidlig fase - Statsbygg

| Topografi og grunnforhold | Prosjektittel skrives inn her | | | | Usikkerhet i data (oppgi hø... | |
|--|-------------------------------|-------|---------|--|--------------------------------|---------|
| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Forklaring til valg av score | Høy score | Produkt |
| Løsmassemektighet | 3 | 2 | 6 | 0 0-3 m, 1 3-15 m, 2 15-50 m, skrått berg eller store variasjoner i dybder til berg 3 Over 50 m | 3 | 9 |
| Behov for sprengning under fundamenter eller behov for bergrom under terreng | 2 | 1 | 2 | 0 Ingen, 1 En sokkel/kjelleret. i berg, 2 To kjelleret. i berg, 3 Mer enn to kjelleret. i berg eller kompliserte anlegg med tunneler | 3 | 6 |
| Grunnvannstand og poretrykk | 3 | 1 | 3 | 0 GV > 2m under uk bygg/byggegrøp, poreundertrykk, 1 GV under uk bygg/byggegrøp, hydrostatisk, 2 GV over uk bygg/byggegrøp, hydrostatisk, 3 GV over uk bygg/byggegrøp, poreovertrykk | 3 | 9 |



| høyeste mulige score) | | |
|-------------------------------------|---|---|
| Kommentarer/begrunnelser/usikkerhet | Potensielle stoppkriterier | Linker/kilder |
| | <p>Tomter som er så bratte at det umuliggjør bruk av normale anleggsmaskiner og utstyr vil kunne bli svært kostbart å bygge på.</p> | <p>Lag høydeprofil gjennom tomta og et godt stykke utenfor tomta. Husk å vurdere om det kan være marbakke i sjø, elv og vann som bidrar til større høydeforskjell.</p> <p>http://norgeskart.no</p> <p>Det kan genereres høydeprofiler i andre kartdatabaser også, som f.eks. NVEs aktsomhetskart. For ev. modellering finnes det avansert terrengdata på:</p> <p>https://hoydedata.no</p> <p>og sjødybder kan finnes på:</p> <p>https://dybdedata.kartverket.no</p> |
| | <p>Normalt frarådes bygging på torv, søppelfylling eller annet jordmateriale med høyt organisk innhold.</p> | <p>NGUs løsmassekart: https://geo.ngu.no/kart/losmasse mobil</p> <p>Flybilder og historiske flybilder: https://norgeibilder.no</p> <p>For konkrete prosjekter anbefales det å bestille flyfoto i bedre oppløsning enn de som er tilgjengelige på nett. For en god del områder finnes det flere årganger med flyfoto tilgjengelig enn de som nettsidene viser. Andre kartleverandører har også gode tjenester på historiske flyfoto.</p> <p>Nasjonal database for grunnundersøkelser NADAG: https://geo.ngu.no/kart/nadag mobil</p> <p>Offentlige byggherrer, direkte henvendelser og geotekniske rapporter via einnsyn: https://einnsyn.no</p> <p>Kommunens byggesaksarkiv bør sjekkes, se på nabotomter om det finnes grunnundersøkelser der også.</p> |



Sted/Prosjekt

Gjennomgang og vurdering av indikatorene

Fastsette et *prosjektspesifikt* vektall for hver indikator

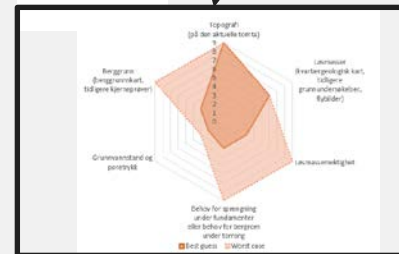
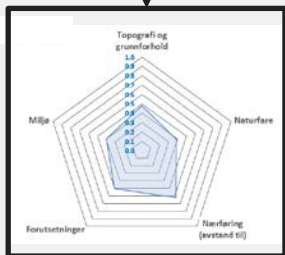
Gi faktoren en *stedsspesifikk* score

Produktet av vektall og score for hver faktor
Produkt av høyest mulig vektall og høyest mulig score for å visualisere usikkerheten

Relativ poengsum mot totalt oppnåelig sum for hvert deltema

Radardiagram som viser relativ sum mot totalt oppnåelig sum, for alle deltema samlet

Radardiagram for hvert deltema, som også viser usikkerheten



Proessen er ikke en sjekkliste, den er en arbeidsprosess

- Målet er å finne og vurdere alt tilgjengelig grunnlag
- Proessen blir best gjennom gruppearbeid hvor flere disipliner deltar – kunnskap om geoteknikk er viktig!
- Diagrammene viser hvor det må hentes inn mer kunnskap, dvs. hvor usikkerheten er størst i grunnlaget
- Vi skal gjøre planleggere, arkitekter og økonomer gode med våre innspill



Regnearket blir
lagt ut på NGIs
nettsider under
forsknings-
prosjektet
«Under Oslo» i
løpet av våren
2023

