

Vurdering av plastring

Sogn Handelspark



Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	29.04.2022	Første utgave	Sindre Toftdahl	Nadeem Ahmad
01	23.11.2022	Revisjon etter innspill fra kunde	Sindre Toftdahl	Nadeem Ahmad
02	12.01.2023	Lagt til beskrivelse i kap.4 mtp. fjell	Sindre Toftdahl	Nadeem Ahmad
03	14.03.2023	Mindre justeringer i kap.2, 3.4 og 5	Sindre Toftdahl	Lars Skeie
04	11.10.2023	Endringer i kap. 4 og 5 til konsesjonssøknad	Sindre Toftdahl	Harald Larsen



Digitally signed
by Sindre
Toftdahl
Date:
2023.10.13
12:01:09 +02'00'



Harald
Birkeland
Larsen
2023.10.13
13:19:46 +
02'00'

Prosjekt: Sogn Handelspark erosjonssikring
Prosjektnummer: 10230432
Kunde: Ada Sogndal AS
Rev: 04
Dato: 11.10.2023
Opprettet av: Sindre Toftdahl
Dokumentreferanse P:\32513\10230432_Sogn_Handelspark_erosjonssikring\000\09 Leveranser

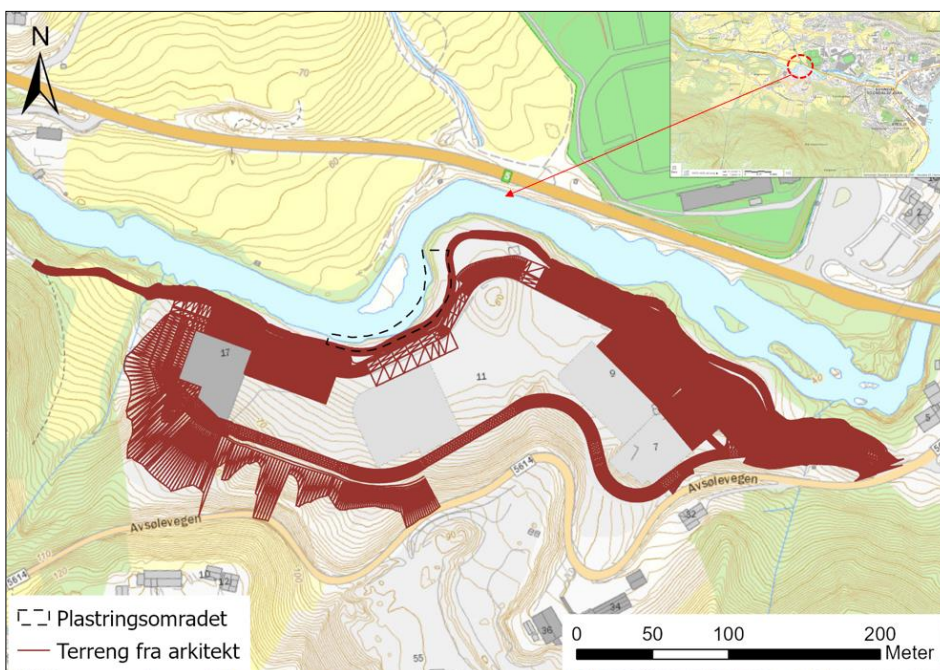
Innholdsfortegnelse

Revisjonshistorikk	2
1. Innledning	4
2. Flomberegninger	5
3. Hydraulisk modell	6
3.1 Terrengdata	6
3.2 Ruhet	7
3.3 Resultater	7
3.4 Flom og dagens plastring	9
4. Erosjonssikring	11
4.1 Metode	11
5. Vurderinger til konsesjonssøknad	16
6. Oppsummering	18
7. Referanser	19
Vedlegg 1 - Flomsonekart	20
Vedlegg 2 - Beregning av erosjonssikring	22
Vedlegg 3 – Tegninger i plan og profil for ulike alternativer	25

1. Innledning

Sweco Norge AS ble kontaktet av Nordplan AS, for å dimensjonere plastring langs Sogndalselvi ved Sogn Handelspark. Det er allerede lagt plastring ved planområdet, men etter ønske fra NVE skal dimensjonene på denne kontrolleres.

Figur 1-1 viser planområdet. Til denne rapporten ble det lagd en hydraulisk modell for å beregne hydrauliske forhold på strekningen. Fra resultatene av hydraulikk modellen ble brukt til å beregne steinstørrelse for erosjonssikring.



Figur 1-1: Oversikt over området. Utklipp fra NVE atlas.

2. Flomberegninger

Flomverdien benyttet i beregningene er 200-årsflom etter TEK17 (Direktorat for byggkvalitet, 2017) og flomverdiene er hentet fra flomsonekartprosjekt utført av NVE for Sogndalselvi (NVE, 2003). Der det er utført flomfrekvensanalyse, og kvaliteten på resultatet er vurdert til god. Selv om rapporten er noe gammel anses det som tilstrekkelig for formålet. Flomverdiene i rapporten må i henhold til TEK17 legges på en klimafaktor. I klimaprofilen for Sogn og Fjordane er Sogndalselvi oppgitt med en klimafaktor på 20% (Norsk Klimaservicesenter, 2015).

Etter ønske fra kunden ble det også gjort beregninger med lavere flomverdier for å se når man kan forvente flom over fiskestien.

I forbindelse med konsesjonssøknaden ble den hydrauliske modellen kjørt med en middelflom, da dette ble satt som en grense for hvor nærme elva man kan regne med å få etablert kantvegetasjon.

Flomverdier brukt i den hydrauliske modellen er presenter i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Vannføringsverdier benyttet i hydraulisk modell.

Verdier etter revisjon	Verdi
200-årsflom med 20% klimafaktor	312 m ³ /s
50-årsflom med 20% klimafaktor	240 m ³ /s
10-årsflom med 20% klimafaktor	180 m ³ /s
Middelflom med 20% klimafaktor	120 m ³ /s

3. Hydraulisk modell

For å gjøre de hydrauliske beregningene ble HEC-RAS-2D 5.0.7 benyttet (U.S Army Corps of Engineers, 2016). Det ble gjort 2D-beregning i HEC-RAS som benytter «full momentum ligninger», som er komplette Saint Venant-ligninger. Beregningen håndterer både over- og underkritisk strømning over tørt og vått terreng.

Inngangsdata til HEC-RAS-2D er terrengmodell, geometrien til kulverter, ruhet (Manningskoeffisient) og grensebetingelser. Vannføring med klimapåslag er brukt som øvre grensebetingelse i modellen. Det er antatt normalstrømning i elveløpet som nedstrøms grensebetingelse. Cellestørrelse for modell er på 1x1 m.

3.1 Terrengdata

Laserdata til terrengmodellen, som brukes til den hydrauliske modeller, er hentet fra *hoydedata.no*. Det finnes flere sett med laserdata som dekker området. To av de nyeste settene med oppløsning 0,25m ble hentet ut, og det ble gjort en vurdering på hvilket av dem som var best. Områdene utenom elveløpet var relativt like. Det er ønskelig å ha laserdata som er målt opp ved lavest mulig vannføring, for å få best mulig data for elveløpet.

Lenger oppstrøms i vassdraget (ved Sogndalsvatnet) ligger det en vannføringsmålestasjon. Vannføringen her ved oppmålingstidspunkt ble kontrollert, og dette samsvarte godt med hvor gode målinger man får i elveløpet i de ulike laserdataene. Laserdataen målt i 2017 ble derfor benyttet i modellen.

Tabell 3-1: Datasett benyttet i modell.

Datasett	Oppløsning	Oppmålings-dato	Vannføring ved oppmåling
Delområder Indre Sogn 10 pkt. 2019	0,25 m	20.05.2019	20,3 m ³ /s
NDH Balestrand-Leikanger-Sogndal-Fjærland 5 pkt. 2017	0,25 m	16.09.2017	6,3 m ³ /s

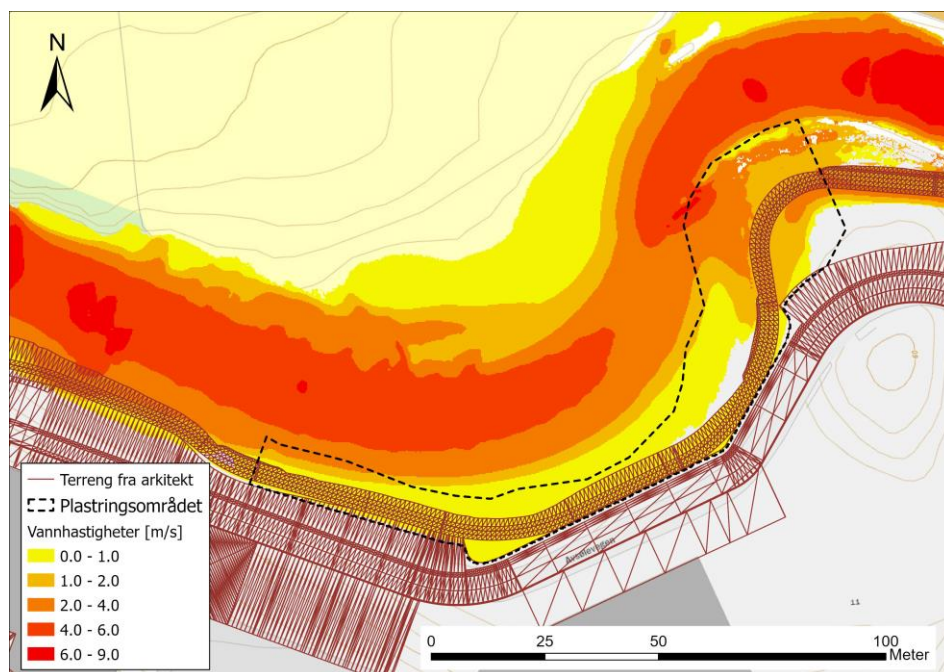
Terrengmodellen ble tilpasset til modell tilsendt fra arkitekt over gangvei og vei langs elveløpet. Det ble ikke lagt til noen kulverter eller andre strukturer i modellen.

3.2 Ruhet

Det er benyttet Manningskoeffisient (n-verdi) for ruhet i modellen. Det finnes ingen innmålinger av vannføring og vannstand, og modellen er derfor ikke kalibrert. Benyttet Manningskoeffisient er basert på en antagelse om at elveløpet er uten vegetasjon og at bunn består av grus og stein. Manningskoeffisienten er derfor satt til 0,04 i hele området (NVE, 2010).

3.3 Resultater

Figur 3-1 viser vannhastighetene i området rundt plastringen, og dette er sammen med vanddybde grunnlaget for erosjonssikringen. Erosjonssikringen må gjøres opp til 0,5 meter over vannspeilet. Vannstanden er jevn langs området som skal erosjonssikres (se Tabell 3-2). Flomsonekart med vannstand er vist i vedlegg 1.

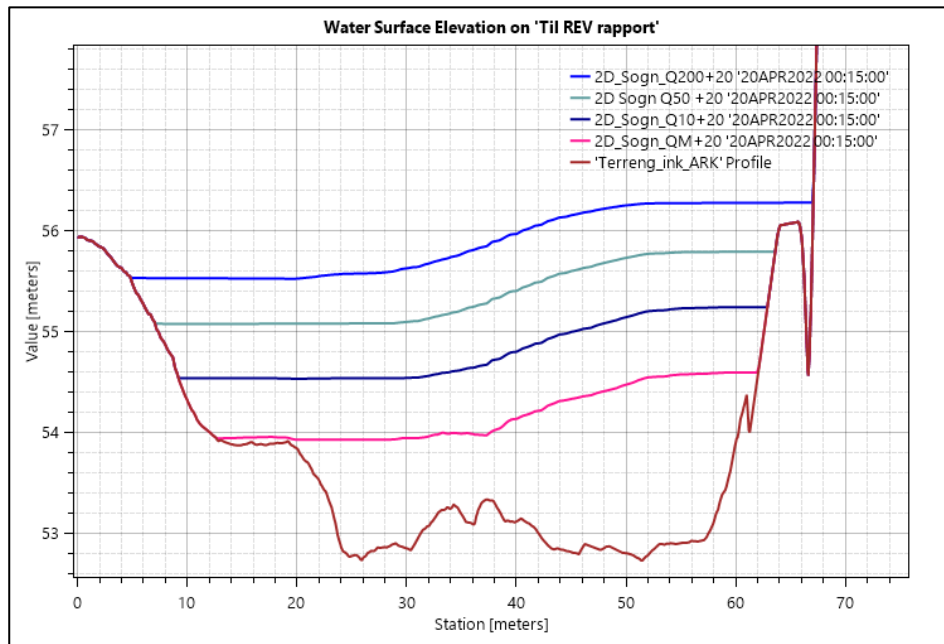


Figur 3-1: Vannhastigheter i området rundt plastringen ved 200-årsflom med 20% klimafaktor.

Tabell 3-2: Vannspeil langs plastring ved 200-årsflom.

Posisjon langs plastringsområdet	Flom	Høyde vannspeil	Topp erosjonssikring
Lengst oppstrøms (vest)	200-årsflom + 20%	56,5 moh.	57,0 moh.
Midt i sving	200-årsflom + 20%	56,3 moh.	56,8 moh.
Lengst nedstrøms (øst)	200-årsflom + 20%	56,0 moh.	56,5 moh.
Midt i sving	50-årsflom + 20%	55,8 moh.	-
Midt i sving	10-årsflom + 20%	55,2 moh.	-
Midt i sving	Middelflom + 20%	54,6 moh.	-

Figur 3-2 viser beregnet vannstand på 56,3 moh (målt midt i svingen ved 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag) og vannspeilet ligger opp mot muren over fiskestien. Vannspeilet ved 10-årsflom ser ut til å ligge i området der det er erosjonssikret i dag.



Figur 3-2: Resultat med vannspeil fra HEC-RAS over tverrsnitt midt i svingen.

3.4 Flom og dagens plastring

Figur 3-3 viser flommen i Sogndalselva 11. november 2022. Ved utløpet av Dalavatnet, ca. 9 km lenger oppstrøms i vassdraget, ble maksimalvannføring målt til 127 m³/s. Noe som tilsvarer en flom med en returperiode på mellom 10 og 20 år. Man ser her at vannet stedvis står høyere enn dagens erosjonssikring.



Figur 3-3: Bilde fra flom 11.11.22.

Figur 3-4 viser bilde tilsendt av arkitekt. Det er tydelig at planområde ikke er erosjonssikret over 200-årsflom inkludert klimafaktor.

Det skal være utført masseutskifting av massene bak tørrmuren i forbindelse med bygging av denne, og den kan derfor benyttes som en del av erosjonssikringen. Dette er avhengig av at fundamentet til tørrmuren erosjonssikres tilstrekkelig, da muren er fundamentert på løsmasser som man risikerer at vaskes ut ved en flom.



Figur 3-4: Bilde av dagens erosjonssikring.

4. Erosjonssikring

I områder der man har løsmasser. Beregnet vannspeil for 200-årsflom går opptil løsmasser og vannhastigheter for 200-årsflom høyere enn 1,0 m/s. Det risikerer erosjon og utvasking av massene. Den vanligste måten å forhindre dette på er større stein lagt i ordnede lag. Dimensjonene på steinene, tykkelsen på sikringen og utbredelsen må beregnes.

4.1 Metode

Beregningene av erosjonssikringstiltakene basert på metoder og anbefalinger som er beskrevet i veileder for dimensjonering av erosjonssikring med stein i sikringshåndboka (NVE, 2021). Bunnhelning i elveløpet er ca. 2%. Dette er helt i grensen mellom gyldighetsintervallet for Maynords (<2%) og Robinsons (>2%) formel for beregning av nødvendig steinstørrelser for plastring (NVE, 2009). Det er derfor gjort beregninger med begge formlene for å vurdere dimensjonene. Disse dimensjonene er vurdert sammen med tall fra sikringshåndboka til å sette dimensjonene på erosjonssikringen.

4.1.1 Nødvending steinstørrelse på erosjonssikring

Utforming og steinstørrelse for erosjonssikring er avhengig av hydrauliske forhold (maksimale vannhastigheter og tilhørende vanndybde). 200-årsflom med 20 % klimapåslag ble brukt for å beregne nødvendige steinstørrelser på erosjonssikringstiltak.

Tabell 4-1 viser beregnet steinstørrelse og tykkelse på sikringslaget. Beregnet maksimum vannstand øverst i planområdet er 56,5 moh. Fyllingen erosjonssikres til ca. 57,0 moh. (56,5 moh. + 0,5 m sikkerhetsmargin). Der det er tørrmur på oversiden av fiskestien vil denne fungere som erosjonssikring, men fundamentet til muren må sikres. Oppe på fiskestien er det ikke nødvendig med like grov erosjonssikring på grunn av lave vannhastigheter og lav vanndybde. Det er derfor ikke nødvendig med plastring. Vannhastighetene her er under 1 m/s og vanndybder under 0,5 m, så grovere pukk er vurdert til tilstrekkelig.

Maynords formel gir en D_{50} på 1600 mm, og Robinsons gir en D_{50} på 1000 mm. I Sikringshåndboka står det at man må ta med effekten av låsing mellom steinene som man får ved en plastring, som er lagt på en god måte. Det vurderes derfor til at man kan benytte D_{50} fra Robinsons formel til dimensjoneringen. Dette samsvarer også med dimensjonene sikringshåndboka har i sine skisser.

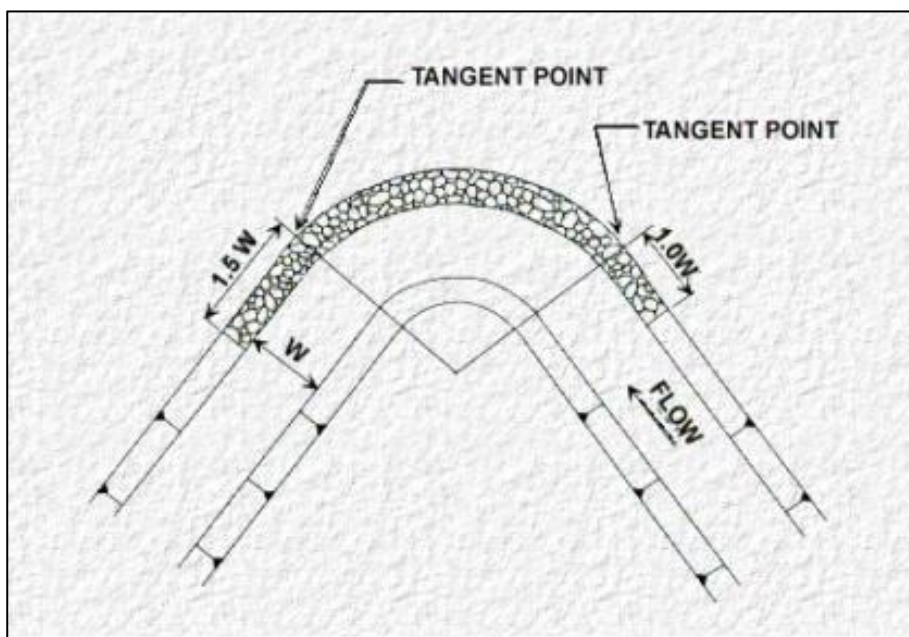
Tabell 4-1: Beregnet steinstørrelse for erosjonssikringstiltak.

	Sideskråning	Fiskesti
D _{min} , mm	800	80
D ₅₀ , mm	1000	200
D _{maks} , mm	1500	300

Se Vedlegg 2 for erosjonssikringsberegninger i planområdet, og tegninger i Vedlegg 3 for utførelse.

4.1.2 Utbredelse

I lengderetning må erosjonssikringen gå 1 ganger hovedløpets bredde opp fra tangeringspunktet oppstrøms svingen, og 1,5 ganger hovedløpets bredde ned fra tangeringspunktet nedstrøms svingen. Se Figur 4-1 og Tabell 4-2.

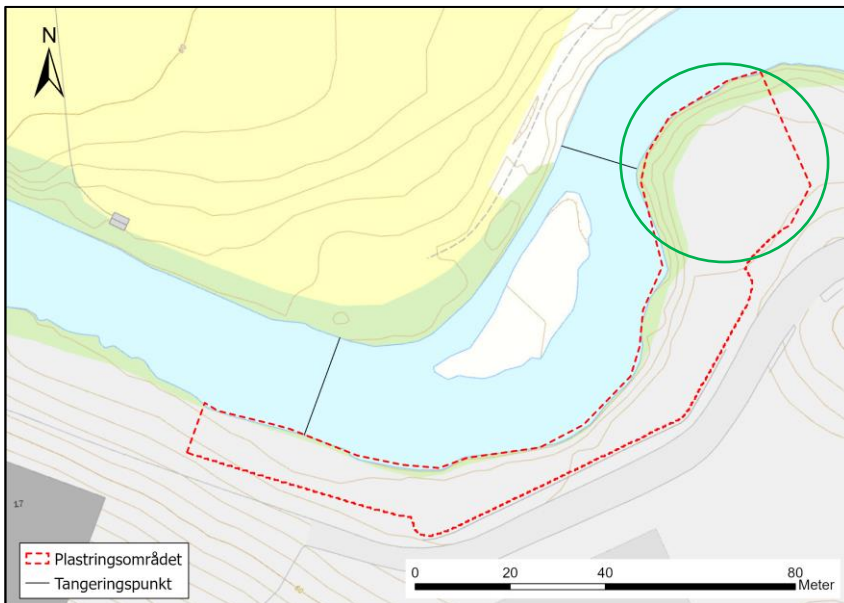


Figur 4-1: Utstrekning av sikring i lengderetning (NVE, 2009).

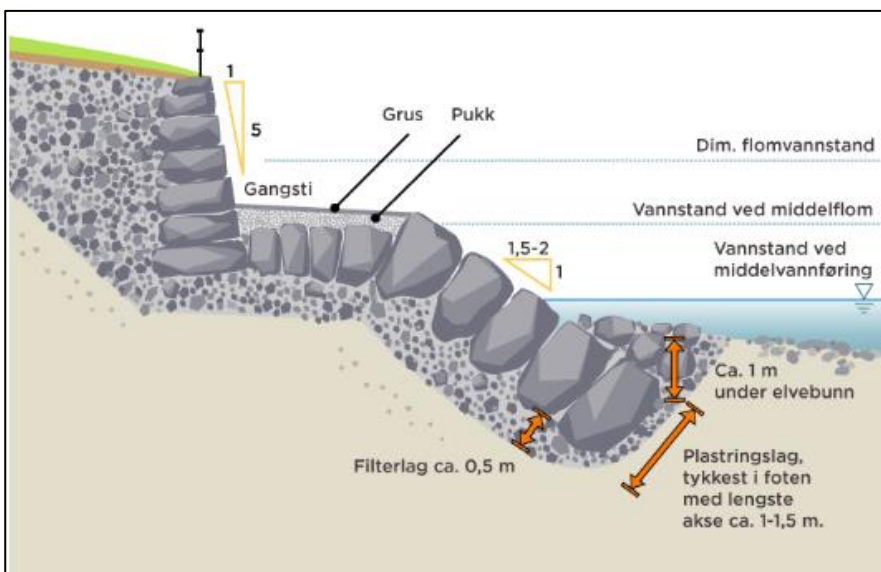
Tabell 4-2: Utstrekning på erosjonssikring i lengderetning.

	Bredde hovedløp	Minimum lengde erosjonssikring før/etter tangeringspunkt
Oppstrøms tangeringspunkt	22 meter	22 meter
Nedstrøms tangeringspunkt	22 meter	33 meter

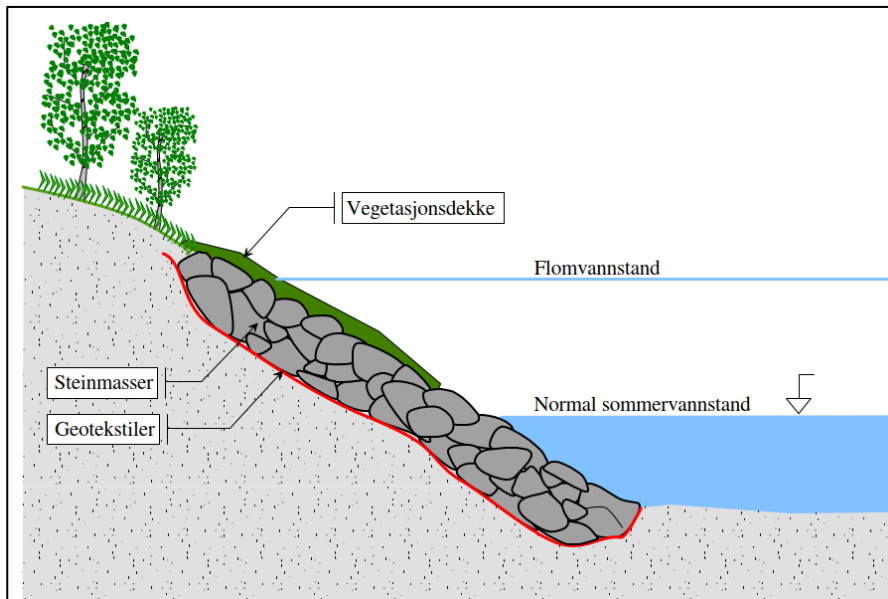
Etter NVEs veileder (NVE, 2009) anbefales det en utstrekning på erosjonssikringen som vist i Figur 4-2.



Figur 4-2: Beregnet utstrekning av erosjonssikring. Grønn ring – området der det kan være mulig å redusere utstrekningen av erosjonssikringen da det kan være fjell her.



Figur 4-3: Erosjonssikring av tørrmur mot gangsti.



Figur 4-4: Vegetasjonsdekke over erosjonssikring.



Figur 4-5: Eksempel av plastret elveløp (utklipp fra sikringshåndboka, NVE. 2019).

4.1.3 Fundamentering

Til fundamentering av plastringen må det legges 0,5 meter med puk (min. 50-200mm) (se Figur 4-3). Der underlaget består av finkornet masse (sand, silt og leire) anbefales det å bruke fiberduk under filterlaget. Ved legging av fiberduk gjelder følgende (Sikringshåndboka Modul F3.306 som viser til kapittel 4.3.2 Fiberduk, Vegbygging – Håndbok N200 SVV, 2021).

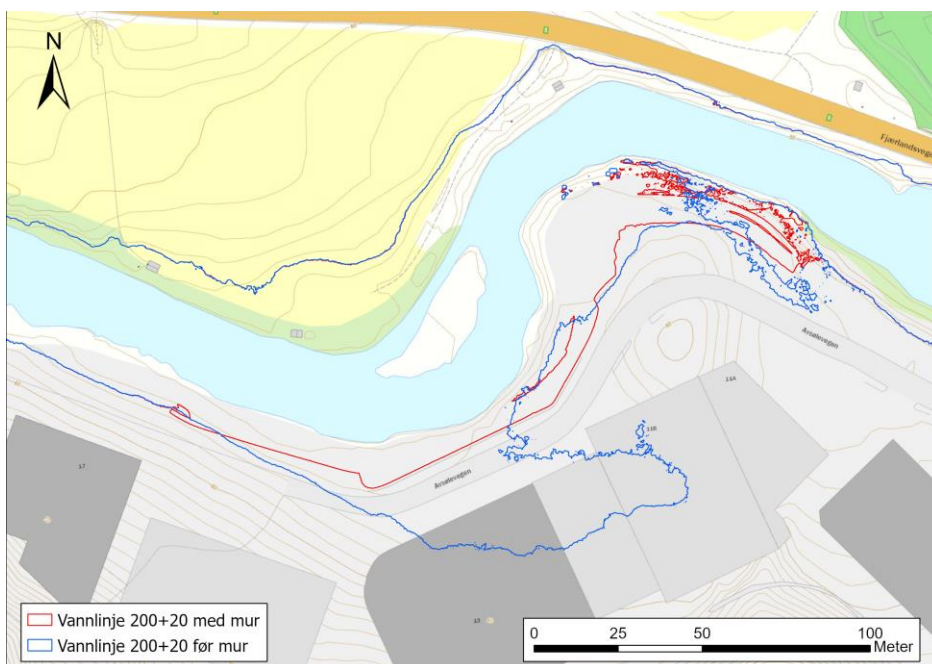
4.1.4 Tekniske anbefalinger for erosjonssikringstiltak utformet som plastring

- Erosjonssikringen skal legges som damplastring. Dimensjonert erosjonssikring stiller krav til tilstrekkelig låsing mellom steine, og det anbefales at entreprenør med erfaring med dette utfører arbeidet.
- De største steine legges nederst og i forgrøften.
- Erosjonssikringen skal utføres til minst 0,5 m over 200-års flomvannstand. (NVE, 2021: Modul F2.203: Plastring – Prosjektering).
- Helning på sideskråninger for erosjonssikringen skal ikke være brattere enn 1:1,5.
- Fundamentet til tørrmuren må erosjonssikres. Forslag til utforming av dette mot gangstien er vist i Figur 4-3 og Vedlegg 3.
- Det er ikke nødvendig å erosjonssikre områder av fjell. Dette kan gjelde området vist i Figur 4-2.
- Det er mulig å fylle jord over erosjonssikring for å beplante sidearealer, se Figur 4-4 for plastret elveløp med og uten vegetasjonsdekke (utklipp fra (NVE, 2021)).
- Etter anbefaling fra entreprenør bør man ikke grave nærmere enn 1,5 meter fra fundamentet på tørrmuren. Dette gjør at man må ut 1,5 meter fra muren før man begynner å skråne nedover mot elva.

5. Vurderinger til konsesjonssøknad

Endring i vanndekt areal ved flom

I forbindelse med byggingen ved Sogn Handelspark har det blitt fylt igjen et søkk i yttersving. Dette gjør at ved en flomsituasjon vil man få et mindre vanndekt areal (Figur 5-1). Man ser i utgangspunktet på det som negativt å gi elva mindre plass, men høyden på vannspeilet blir den samme som før siden vannstanden i dette området var svært lav, og vannet var stillestående. Man kan med det si at utbyggingen ikke har noen konsekvens for flomfaren i vassdraget.



Figur 5-1: Endring i vanndekt areal som følge av byggingen.

Eventuell fjerning av sti

Det har blitt diskutert å fjerne fiskestien på nedsiden av muren, for å gi mer plass til kantvegetasjon og å slippe å grave i elva. Siden man ikke anbefales å grave nærmere fundamentet på muren og da uansett få et platå på nedsiden av muren med en bredde på 3,7 meter (se tegninger i vedlegg 3), vil en eventuell fjerning av fiskestien ikke påvirke hvor langt ut i elva man må grave. Det vil kun påvirke totalt areal man kan beplante, da man vil miste arealet tilsvarende det gruslagte arealet på stien.

Bygging innfor tiltaksgrensen

Etter ønske fra NVE er det laget tegninger for å vurdere hvordan det ville sett ut hvis man hadde holdt seg innenfor tiltaksgrensen. Tiltaksgrensen og antatt plassering av mur er vist i vedlegg 3, tegning 2001 og 2002. Man ville da ha måttet grave ut en del masser for å få erosjonssikret ned til nivå med elva. Men man ville da fått en såkalt tilbaketrukket erosjonssikring som er ansett som

fordelaktig på flere måter. Man ville gitt elva mer plass på et vis som ville kunne senket flomvannstanden på stedet. Hvis man hadde tillat etterfylling av masser mellom erosjonssikringen og elva ville man kunne etablert et bredere belte med kantvegetasjon.

Når det bygges i nærheten av et vernet vassdrag er det i utgangspunktet ønskelig å holde seg på en avstand som forhindrer at man må gjøre tiltak mot elva. I henhold til TEK17 skal man erosjonssikre hvis man bygger nærmere enn 20 meter fra eroderbar skråning. Avstanden må være større hvis den eroderbare skråningen består av lett eroderbare masser. Det er her litt vanskelig å definere hva som ville vært topp eroderbar skråning før man startet byggearbeidet, men man er her helt på grensen. Ser man på eldre flyfoto (Figur 5-2) ser man tydelig pågående erosjon i yttersving, og man kan vurdere å kalle dette en lett eroderbar skråning. Man burde vurdert å erosjonssikre selv om man hadde holdt seg innenfor tiltaksgrensen.



Figur 5-2: Flyfoto over området fra 2018. Kilde: *kart.finn.no*

6. Oppsummering

Det er behov for plastring langs Sogndalselvi. Nødvendige steinstørrelser for erosjonssikring av sideskråningen er $D_{50} = 1000$ mm og tykkelse på 1-1,5 meter. Steinen må legges som plastring. Oppe på fiskestien legges grove masser. Total lengde på erosjonssikringen langs elveløpet blir ca. 170 m. Utstrekning av beregnet erosjonssikring er vist i vedlegg 1. Tørrmuren som er bygget kan benyttes som en del av erosjonssikringen, men det er viktig at fundamentet på tørrmuren erosjonssikres tilstrekkelig for å forhindre at denne vaskes ut.

	Sideskråning	Fiskesti
$D_{\min}$, mm	800	80
D_{50} , mm	1000	200
$D_{\max}$, mm	1500	300
Tykkelse, m	1-1,5	500

Nøyaktig plassering og kornfordeling på tidligere utført plastring er ikke oppgitt, men ut ifra bilder ser det ut til at spesielt utstrekningen av erosjonssikringen er for liten.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Flomsonekart

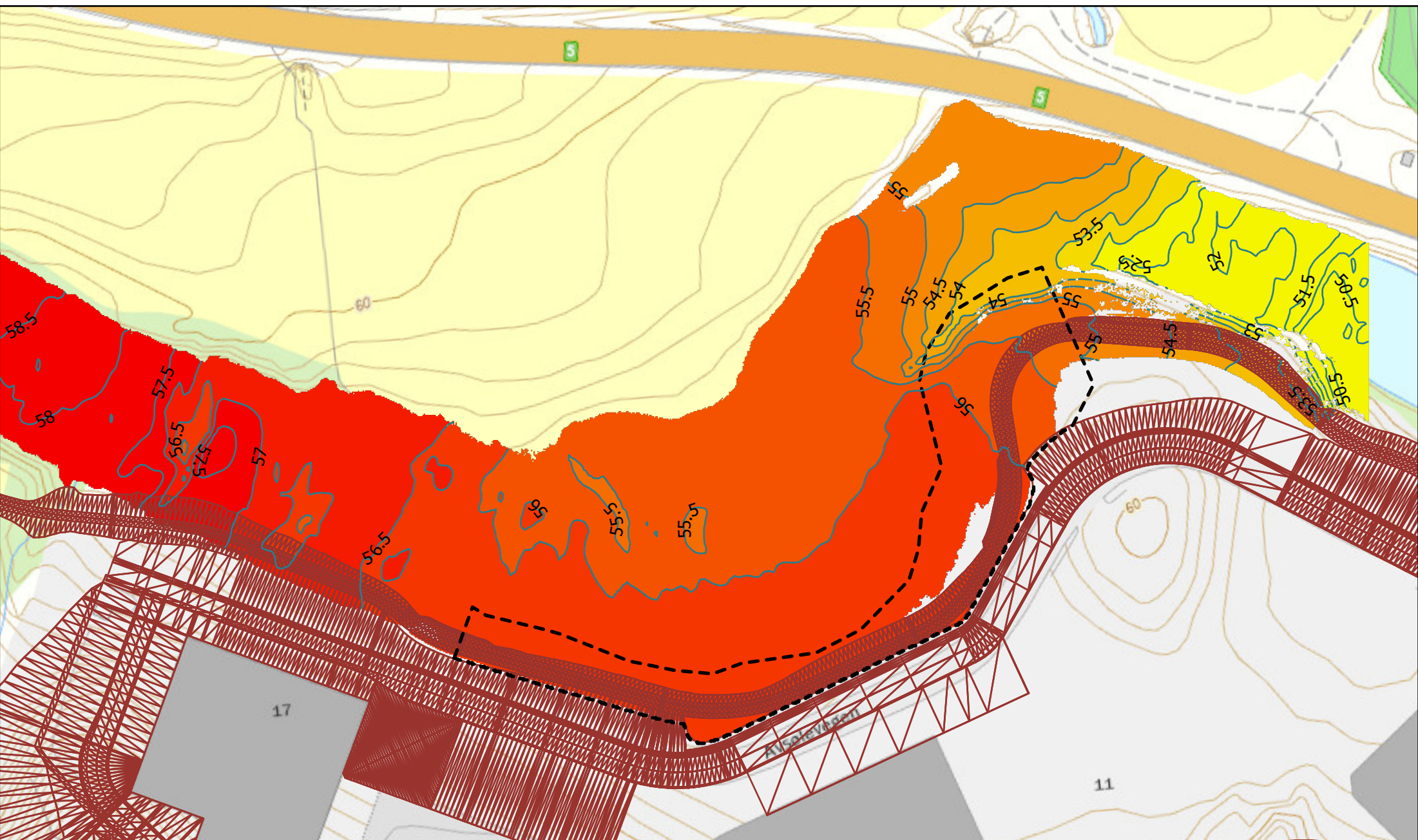
Vedlegg 2 – Beregning av erosjonssikring

Vedlegg 3 – Tegninger i plan og profil for ulike alternativer

7. Referanser

- Direktorat for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17)*.
- Norsk Klimaservicesenter. (2015). Hentet fra
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE. (2003). *Flomberegning for Sogndalselvi nr.6*.
- NVE. (2009). *Veileder for dimensjonering av erosjonssikring av stein*.
- NVE. (2010). *Vassdragshåndboka*.
- NVE. (2016). *Klimaendring og fremtidige flommer i Norge*.
- NVE. (2021). *Sikringshåndboka*.

Vedlegg 1 - Flomsonekart



Vannspeil [moh.]

49.8 - 53.0
53.0 - 53.5
53.5 - 54.0
54.0 - 54.5

54.5 - 55.0
55.0 - 55.5
55.5 - 56.0
56.0 - 56.5
56.5 - 57.0

57.0 - 58.7

— Terreng fra arkitekt
- - - Plastringsområdet

SWECO 

0 25 50 100
Meter



Vedlegg 2 - Beregning av erosjonssikring

Til info: Alle referanser er til "Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein", NVE 2009, dersom ikke annet er opplyst.

4.7.1 Sikring med rauset stein: sprengt, kubisk stein med $s = 2,6$ (Robinsens formel) for elveløp med bunnhelning brattere enn 2 % (1:50), men ikke brattere enn 40

Prosjektnavn Prosjektnr	Erosjonssikring Sogn Handelspark	Utført av: Dato:	NOSITO 11.10.2023
Beskrivelser	Verdier	Enhet	Kommentarer
Dimensjonerte flom, m ³ /s	312	m ³ /s	Fra flomberegning
Bunnbredde, b	25.00	m	Basert på tverrsnitt fra terreng/tegning
Vanndybde, y ₀	3.50	m	Fra vannlinjeberegning/hydrauliskeberegning
Helning på skråning, n (1V: nH)	1.5	-	ikke være brattere enn 1:2 (NVE, 2009)
Bredde for beregning av q	8.50	m	Bredde på midten av vanndybde: $b + 2 \cdot (n \cdot y_0 / 2)$
Bunnhelning, S ₀	0.02	-	2.5 % (1:40) basert på høyde informasjon fra terreng. Brattere enn 2% (1:50), ikke brattere enn 40% (1:2,5)
Enhetsvannføring, q	36.71	m ³ /s	Bredde på midten av vanndybde er benyttet å beregne q. Konservativt
D50 (bunn)	0.46	m	Formelverk 4.21 for S ₀ < 1:10 (10%) og formelverk 4.22 for 1:10 ≤ S ₀ ≤ 1:2.5 (avsnitt 4.7 i veileder NVE 2009)
D50, bunn med + 20 %	0.55	m	Anbefaling i NVE 2009 avsnitt 4.7 (D50 øker med 20 % for dimensjonering)
Sikringsfaktor for ispåkjenning, SF (-)	1.2	mm	Forutsatt liten belastning fra is.
Cu (D60/D10)	1.73	-	Mellom 1,25 og 1,73 (side 94 i NVE 2009)
Bunn			
D50	663	mm	
Dmaks	1326	mm	2D50
Tykkelse	1326	mm	min (2D50) tykk og relativt ensgradert anbefaling i NVE 2009 avsnitt 4.7
D85	995	mm	1.5D50
D60	729	mm	1.1 D50
D30	553	mm	D50/1.2
D15	464	mm	0.7 D50
D10	422	mm	D60/Cu
D5	265	mm	0.4 D50
Skråning			
Korr. faktor bratt sideskråning C _θ	1.51	-	Fra figur 60 i NVE (2009)
D50	1001	mm	Korr. for skråning basert på figur 60 i NVE (2009)
Dmaks	2050	mm	2D50
Tykkelse	2050	mm	min (2D50) tykk og relativt ensgradert anbefaling i NVE 2009 avsnitt 4.7
D85	1502	mm	1.5D50
D60	1101	mm	1.1 D50
D30	834	mm	D50/1.2
D15	701	mm	0.7 D50
D10	637	mm	D60/Cu
D5	401	mm	0.4 D50

Beregninger for plastring

Prosjekt:

Prosjektnr

Elveløp

Til info: Alle referanser er til "Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein", NVE 2009, dersom ikke annet er opplyst.

Dimensjonering av sidesikring ved bruk av Maynords formel: fall opp til 2 % (1:50)

Gjentaksintervall flom (år)

Flomverdi (m3/s)

Sogn _ Handelspark

10230432

Sognadalselv

200

312.00

Utført av: NOSITO

Kontrollert av:

Dato: 11.10.2023

Q200 med 50% klimapåslag

SIKRINGSLAG:

Lokal vannhastighet, Uss

Bredde hovedløp, W

Radius elv, R

R/W

Lokal vanndybde, y0

Helning på skråning, n (1V: nH)

Sikkerhetsfaktor, Sf

Stabilitetskoeffisient, Cs

Koeff. Vertikal hastighetsfordeling, Cv

Koeff. Sikringstykkelse, Ct

Cot (theta)

Steinens spesifikke tetthet, s

koeff. Skråningshelning, K1

Korr.faktor bratt sideskråning C0

Faktor hastighetsøkning i kurve, CqW

Sikkerhetsfaktor for islat

D30_formelverk

D50

D30_side

D50_side

Dmax_side

D85_side

Tykkelse sikringslag, tmin

4.50

25.00

100.00

4.00

3.40

1.50

1.20

0.30

1.28

1.00

1.50

2.60

0.71

1.50

1.00

1.20

864.73

1,037.68

1,297.10

1,556.52

2,334.78

2,101.30

2,334.78

m/s

m

m

m

mm

mm

mm

mm

mm

mm

mm

Maksimal vannhastighet uten gjentetting før kulvertinnløpskontroll i bekkeløp er benyttet (fra HECRAS-2D)

Bredde på kulvertutløp - topp vannspeil. Korresponder til maksimale vannhastigheter.

Radius elv, R (ved fylling)

Vanndybde i bekkeløp er benyttet (fra HY-8 og HECRAS-2D). Korresponder til maksimale vannhastigheter

Helning på skråning 1:n (V:H). bør ikke brattere enn 1:1.5 (NVE 2009)

Skal være minst 1,1

Cs = 0,3 for sprengstein og 0,375 for rundet stein, gjelder for 1.7 < D85/D15 < 5.2

1 for rett elv og innsiden av kurver

1,283 - 0,2 log (R/W) for utsiden av kurver

1,25 nedstrøms betongkanaler/ kulvert

Settes til 1 hvis t er den største av Dmax eller 1,5 D50

vannlig verdi - må sjekkes

K1 = -0,672+1,492cottheta - 0,449 cot theta ^2 @ + 0,045 cottheta^3. Beregnet fra uttrykket under (Escarameia 1998)

$$K_1 = -0,672 + 1,492 \cot \theta - 0,449 \cot^2 \theta + 0,045 \cot^3 \theta$$

Se figur 60.

Sikkerhetsfaktor for islat

Bunn: formelverk 4.16 side 78 i veileder NVE 2009

Bunn: D30 *1,2

D50_side * 1,5, < 2 D50_side

D85 = 1.3 til 1.5 D50

Forutsetninger for dimensjonering:

Tykkelse på sikringslaget:

tmin > 300mm

tmin > Dmaks

tmin>= 1.5 D50

Krav til sikringsmasser:

Beregnet str. (mm)

1,090

1,297

1,557

2,101

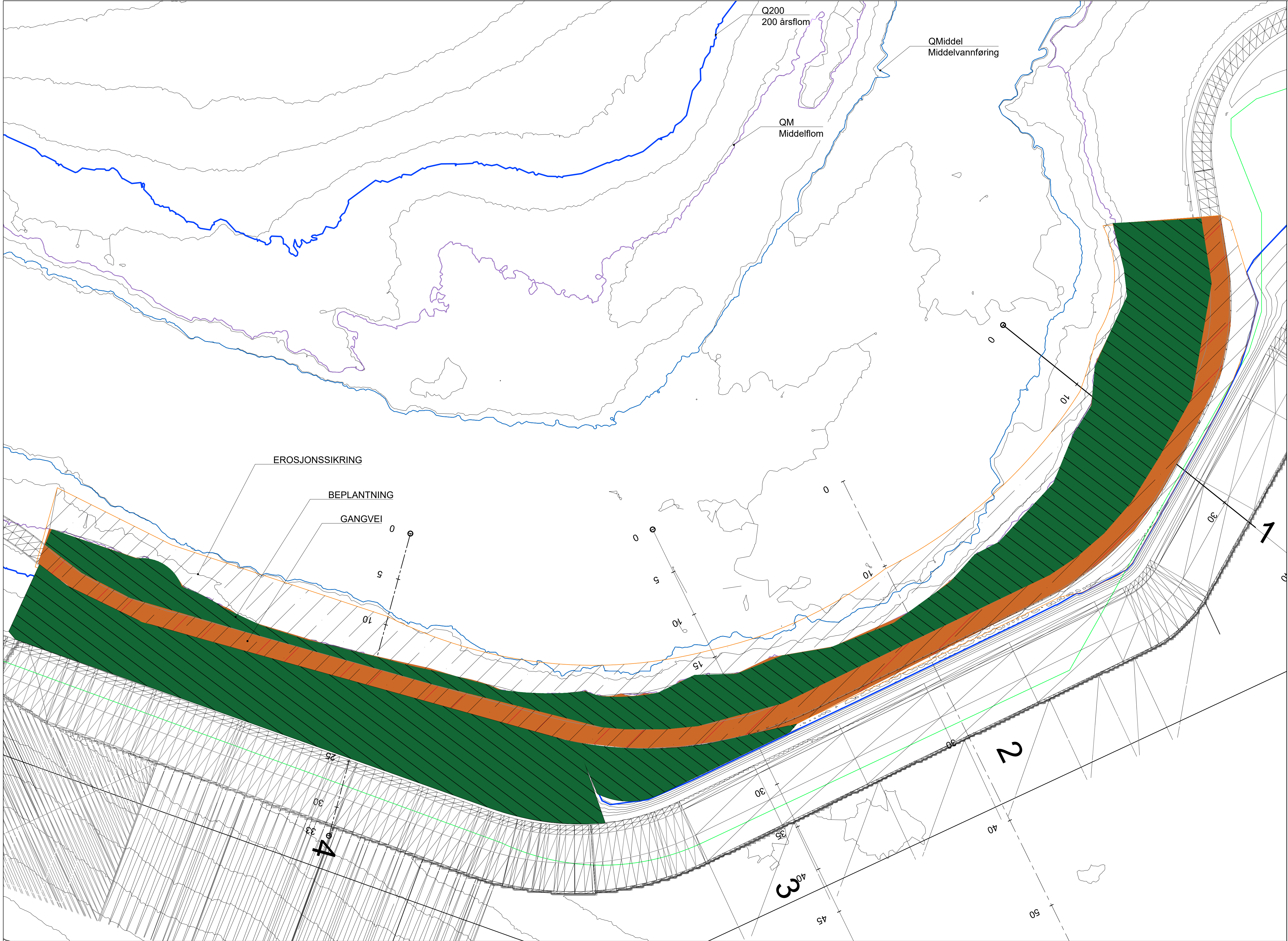
2,335

2,335

Benyttet str. (mm), praktisk tilnærming

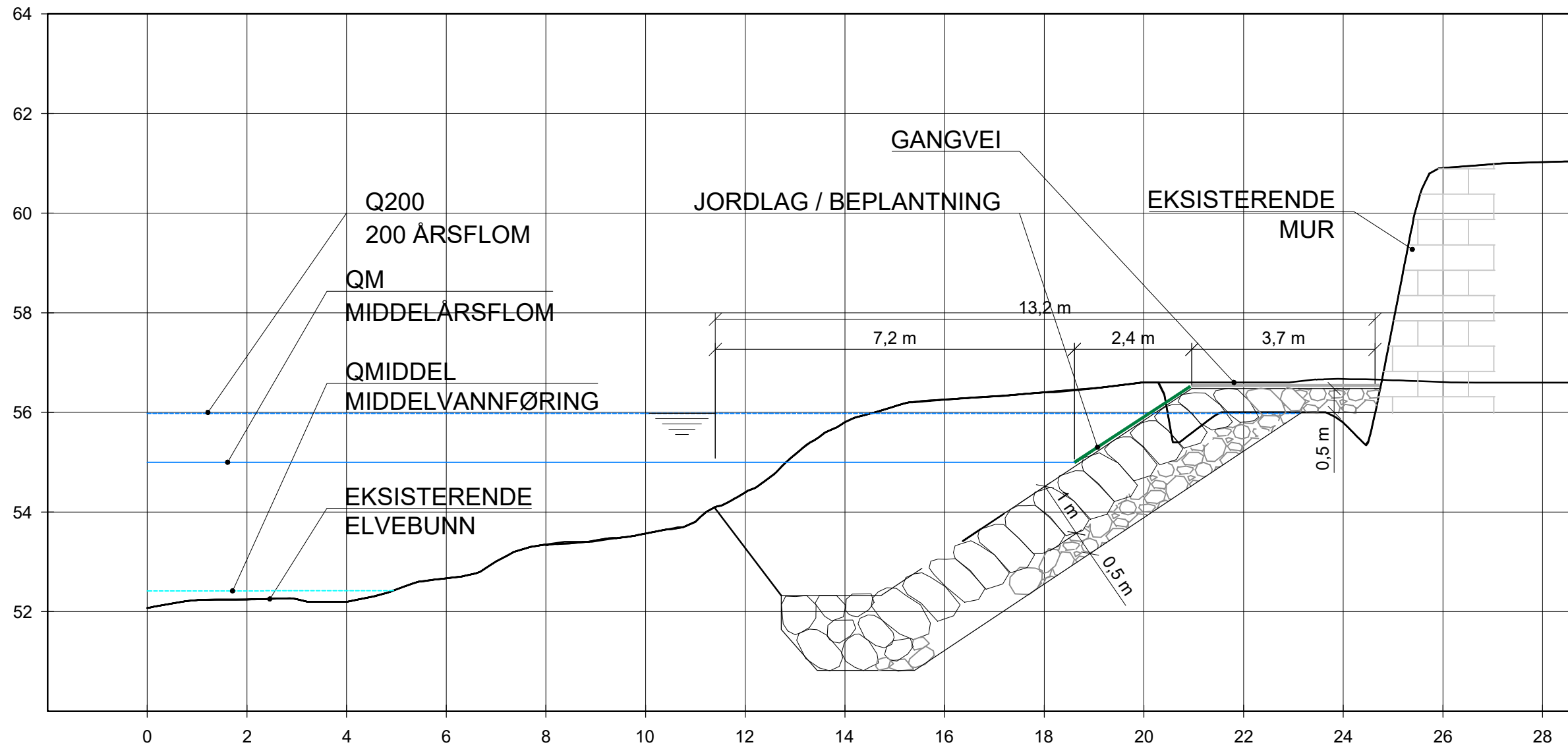
Benyttet for bunn og side

Vedlegg 3 – Tegninger i plan og profil for ulike alternativer

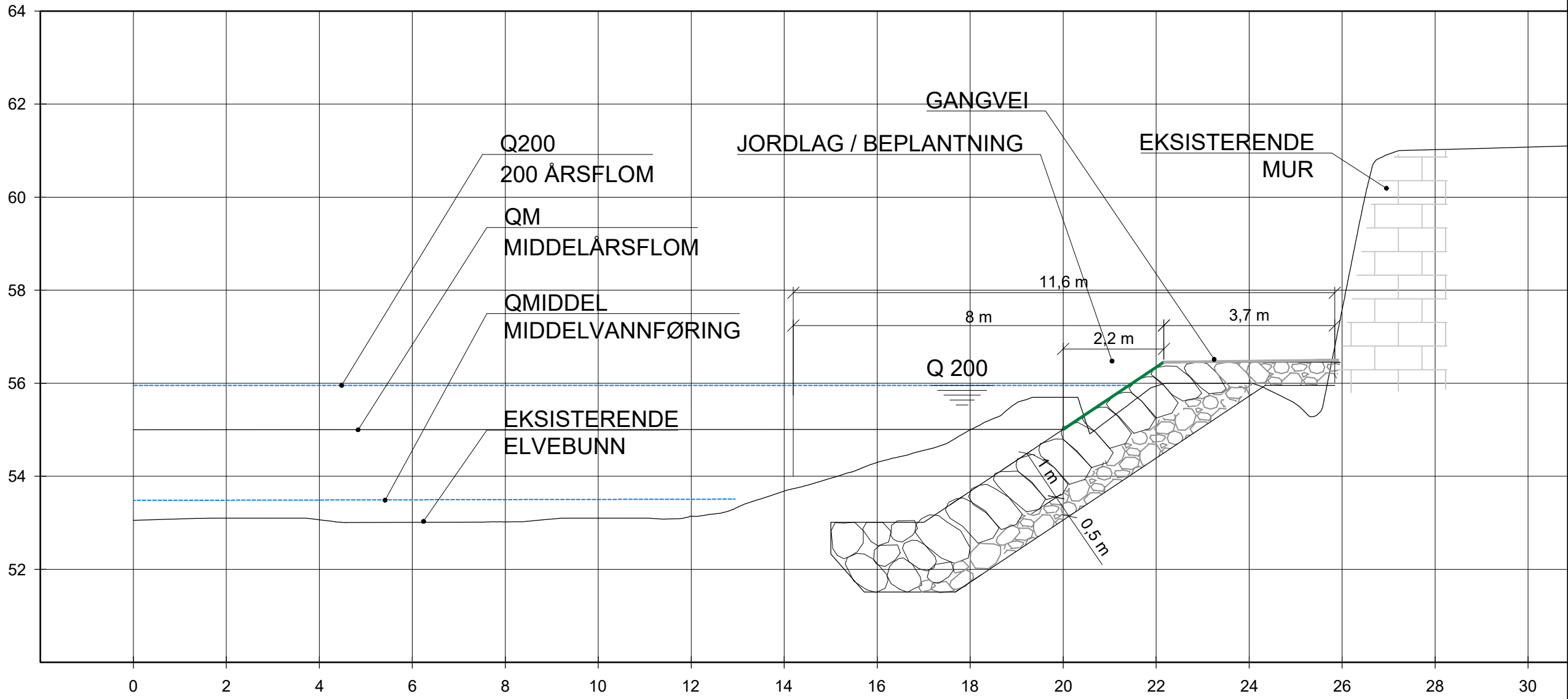


Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
SOGN HANDELSPARK			Målestokk 1:200		06.10.2023	
					Format A1	
PRINSIPP EROSJONSSIKRING PLAN			Oppdragsleder:			
			Oppdragsnr. 10230432			
SWECO  SWECO Norge AS			Disiplin: B	Løpnummer: 1001	Status: X	Rev.: 00

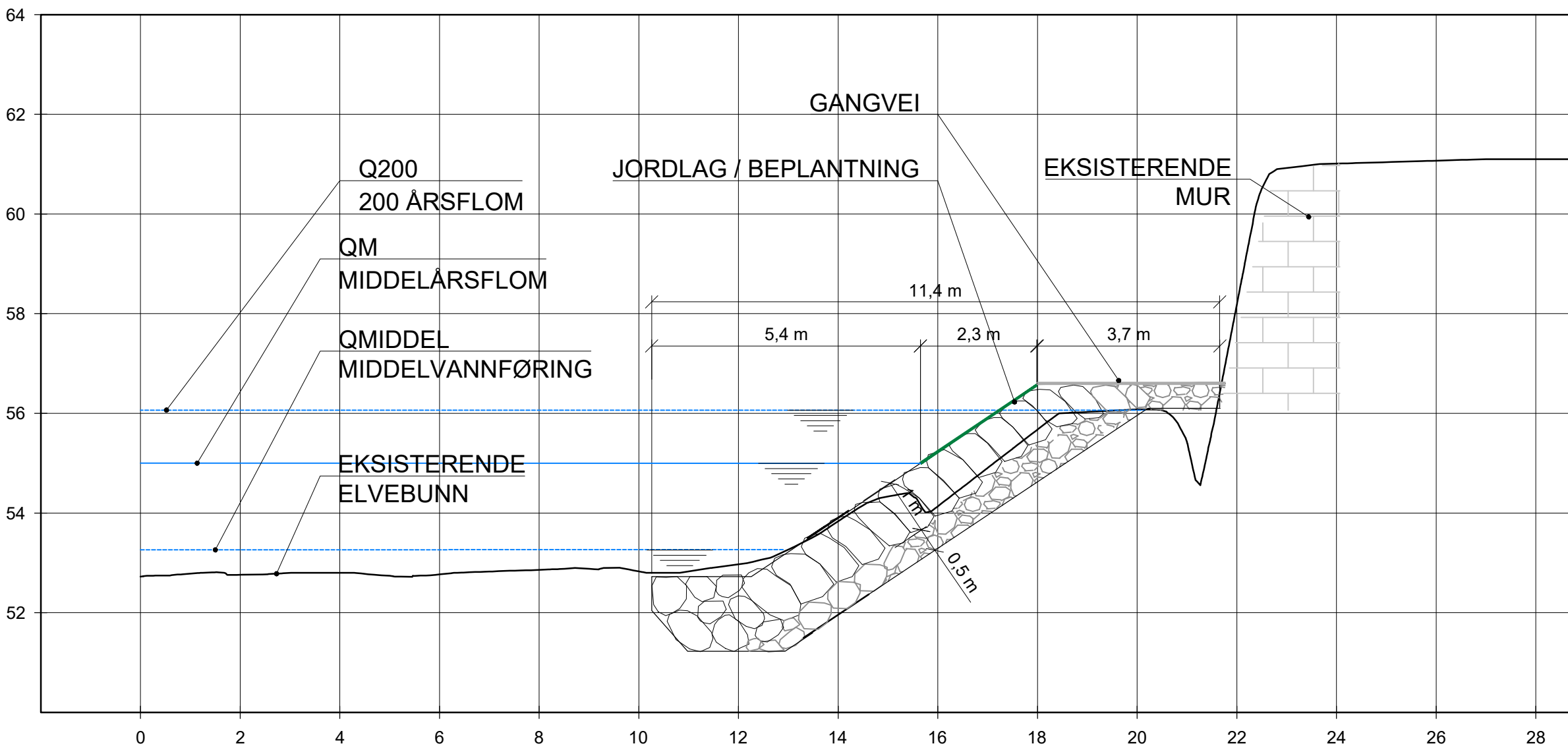
Alignment - 1



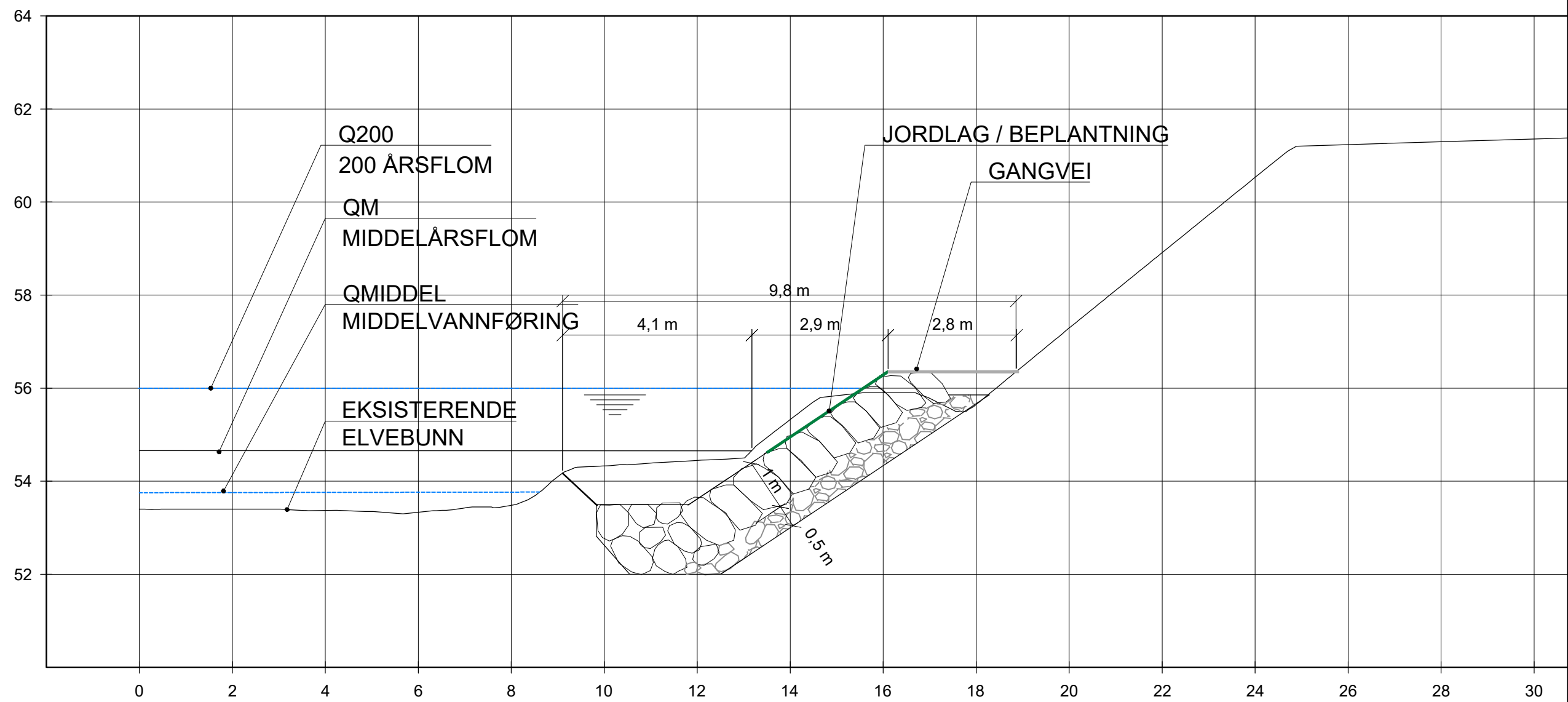
Alignment - (3)



Alignment - 2

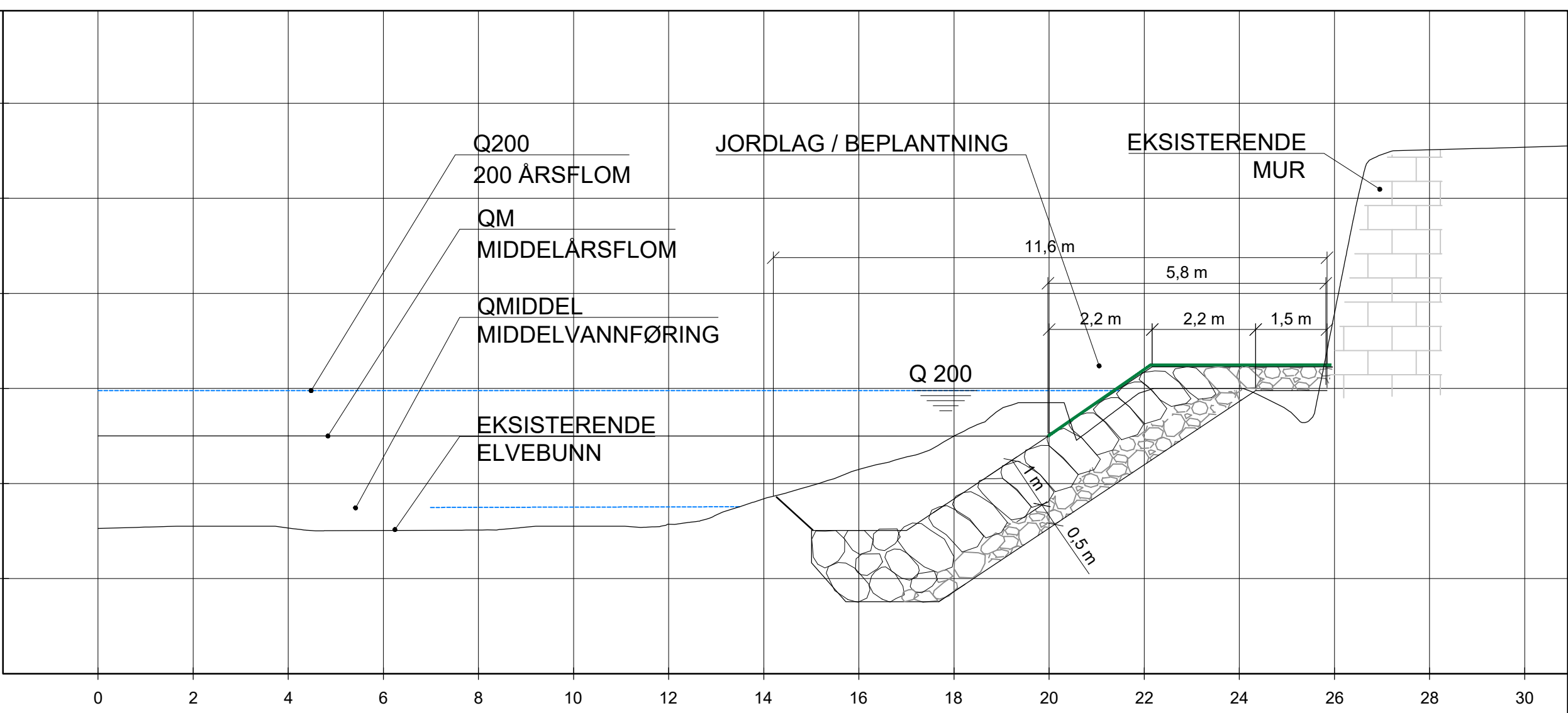
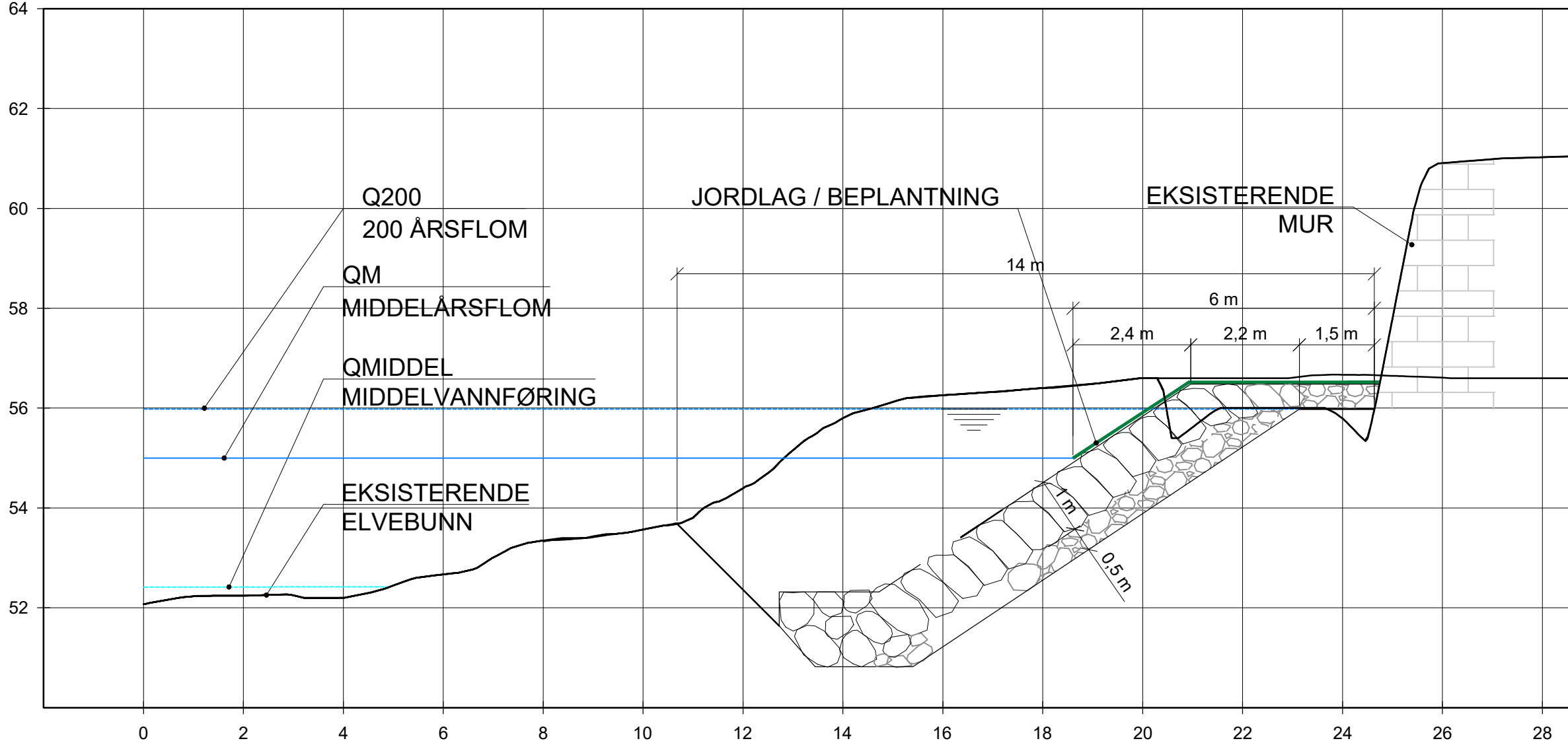


Alignment - 4

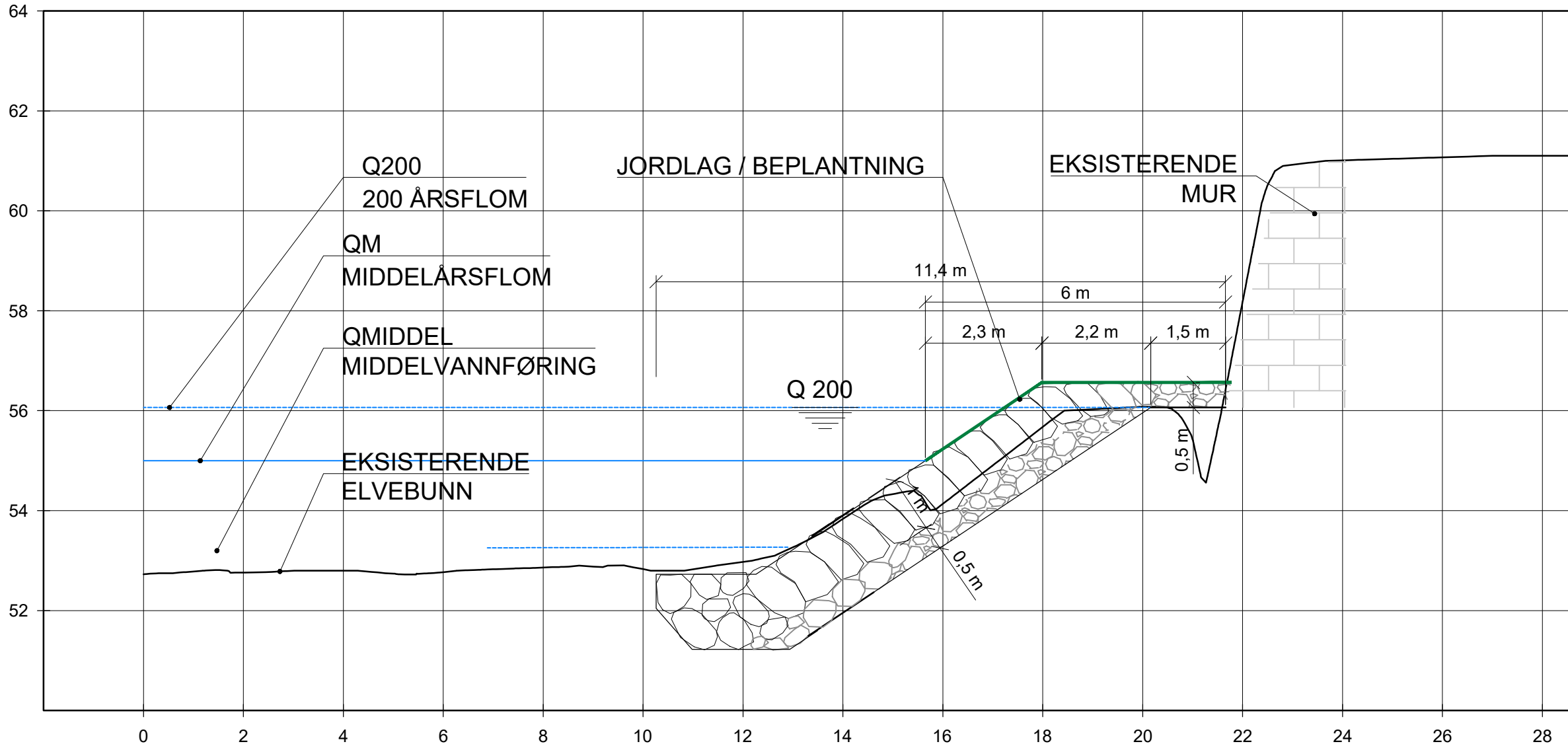


Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
SOGN HANDELSPARK			Målestokk 1:100		06.10.2023	
					Format A1	
PRINSIPP EROSJONSSIKRING SIKRING MED GANGVEI SNITT			Oppdragsleder:			
			Oppdragsnr. 10230432			
SWECO  SWECO Norge AS			Disiplin:	Løpenummer:	Status:	Rev:
			B	1003	X	00

Alignment - 1



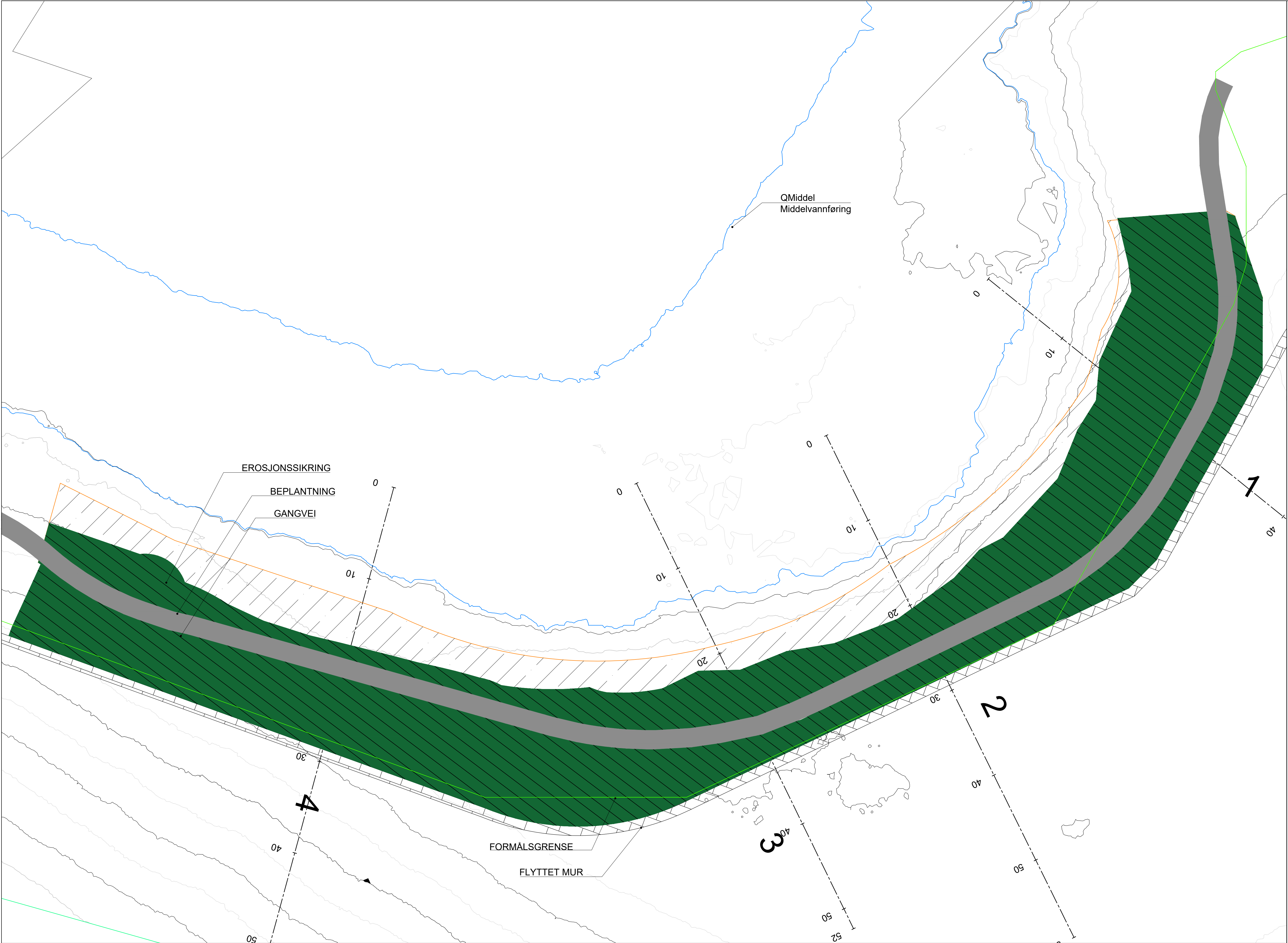
Alignment - 2



Alignment - 4

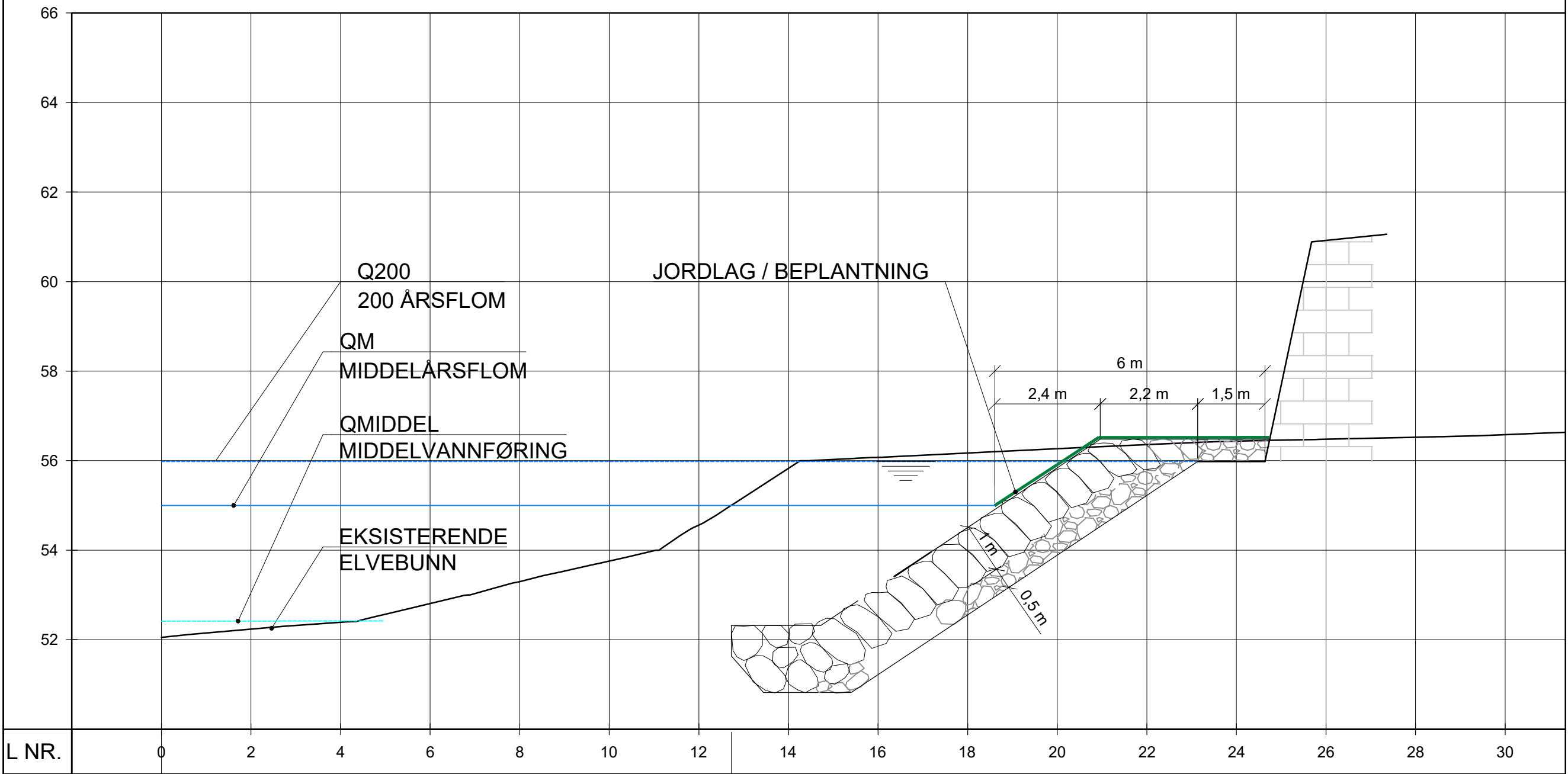


Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
SOGN HANDELSPARK			Målestokk 1:100		06.10.2023	
					Format A1	
PRINSIPP EROSJONSSIKRING SIKRING UTEN GANGVEI SNITT			Oppdragsleder:			
			Oppdragsnr. 10230432			
 SWECO Norge AS		Disiplin:	Løpenummer:		Status:	Rev:
		B	1002		X	00

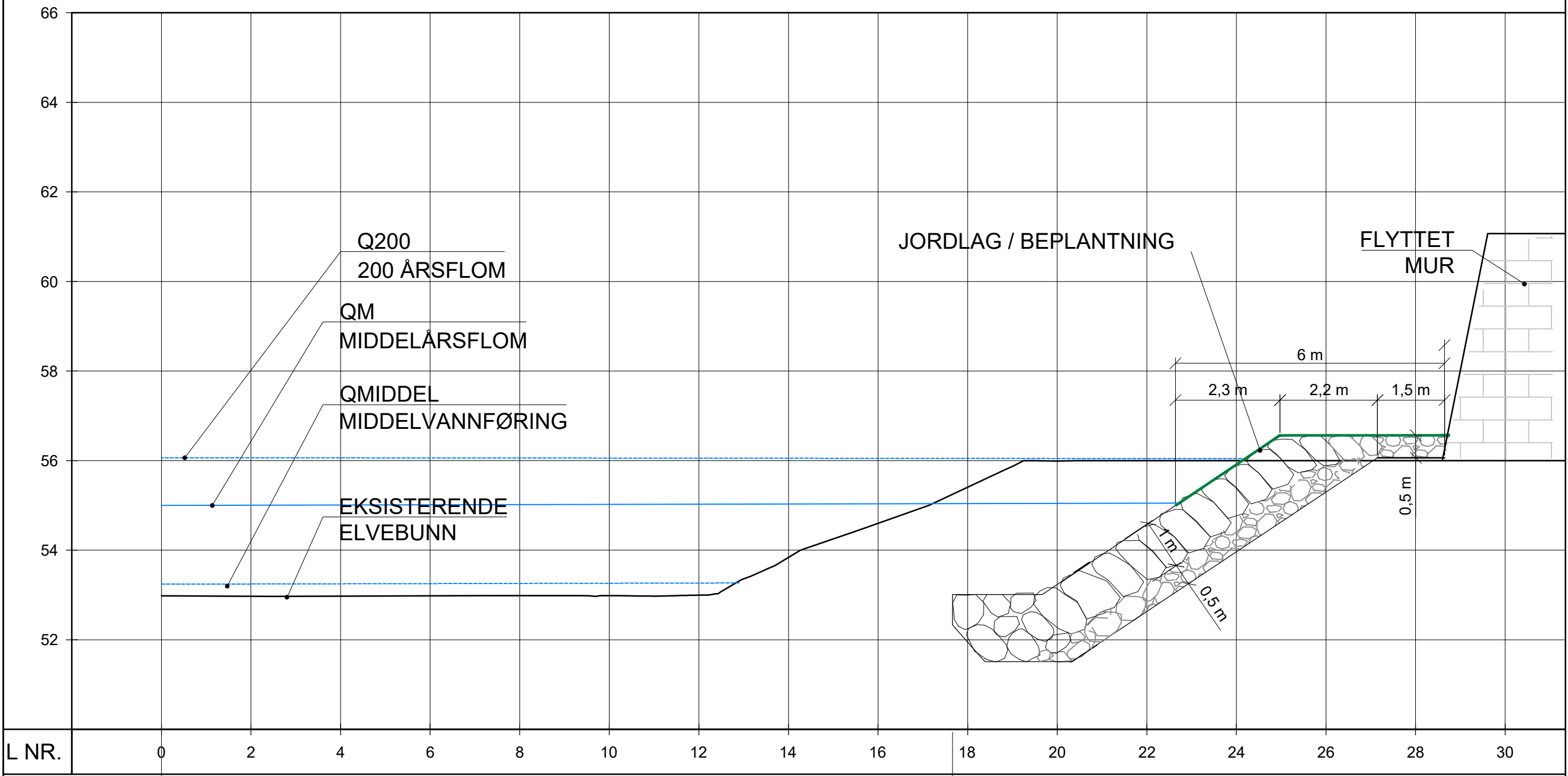


Status	Rev.	Endring			Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
SOGN HANDELSPARK					Målestokk	06.10.2023		
					1:200	Format A1		
PRINSIPP EROSJONSSIKRING MUR FLYTTET TIL FORMALSGRENSEN PLAN					Oppdragsleder:	10230432		
					Oppdragsnr.			
 SWECO Norge AS				Disiplin:	Løpenummer:	Status	Rev.	
				B	2001	X	00	

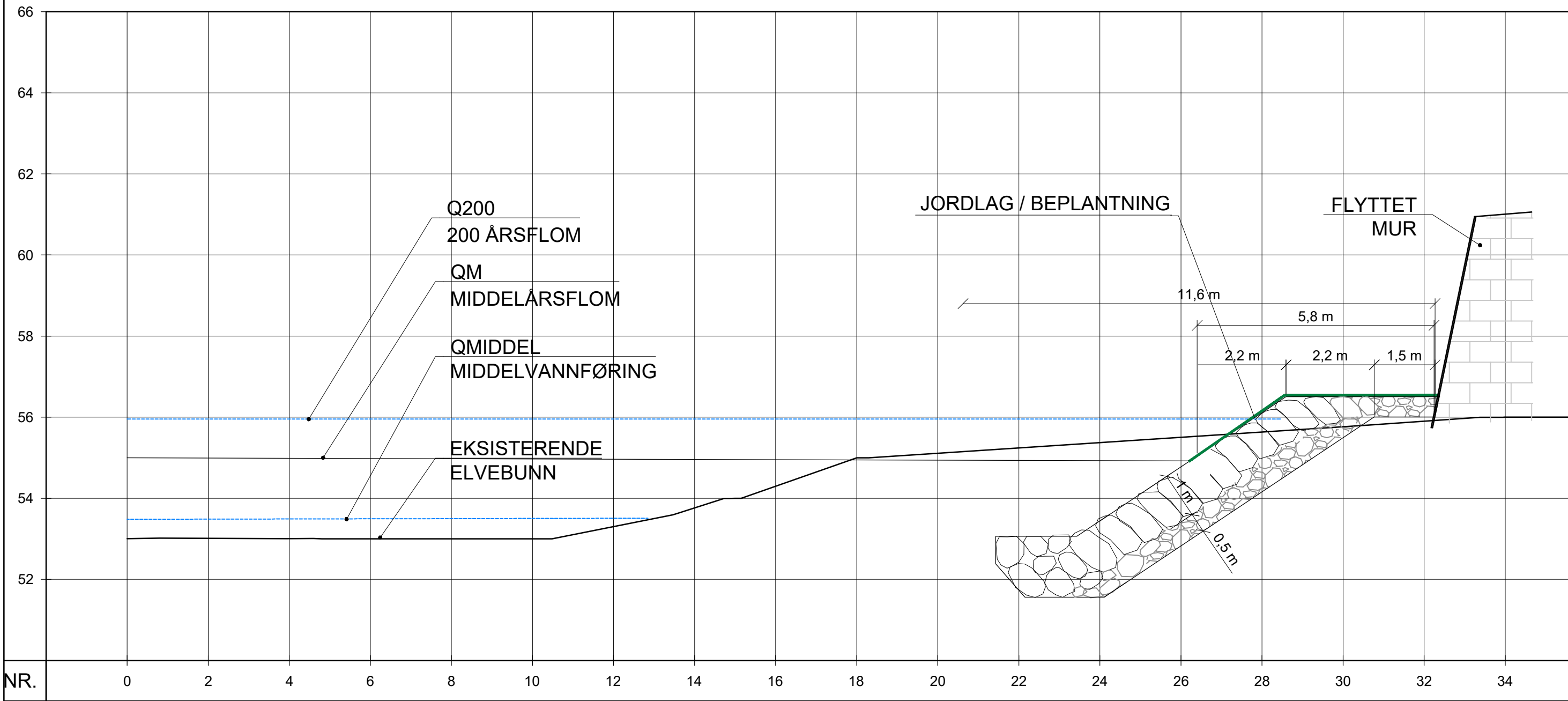
Alignment - (1)



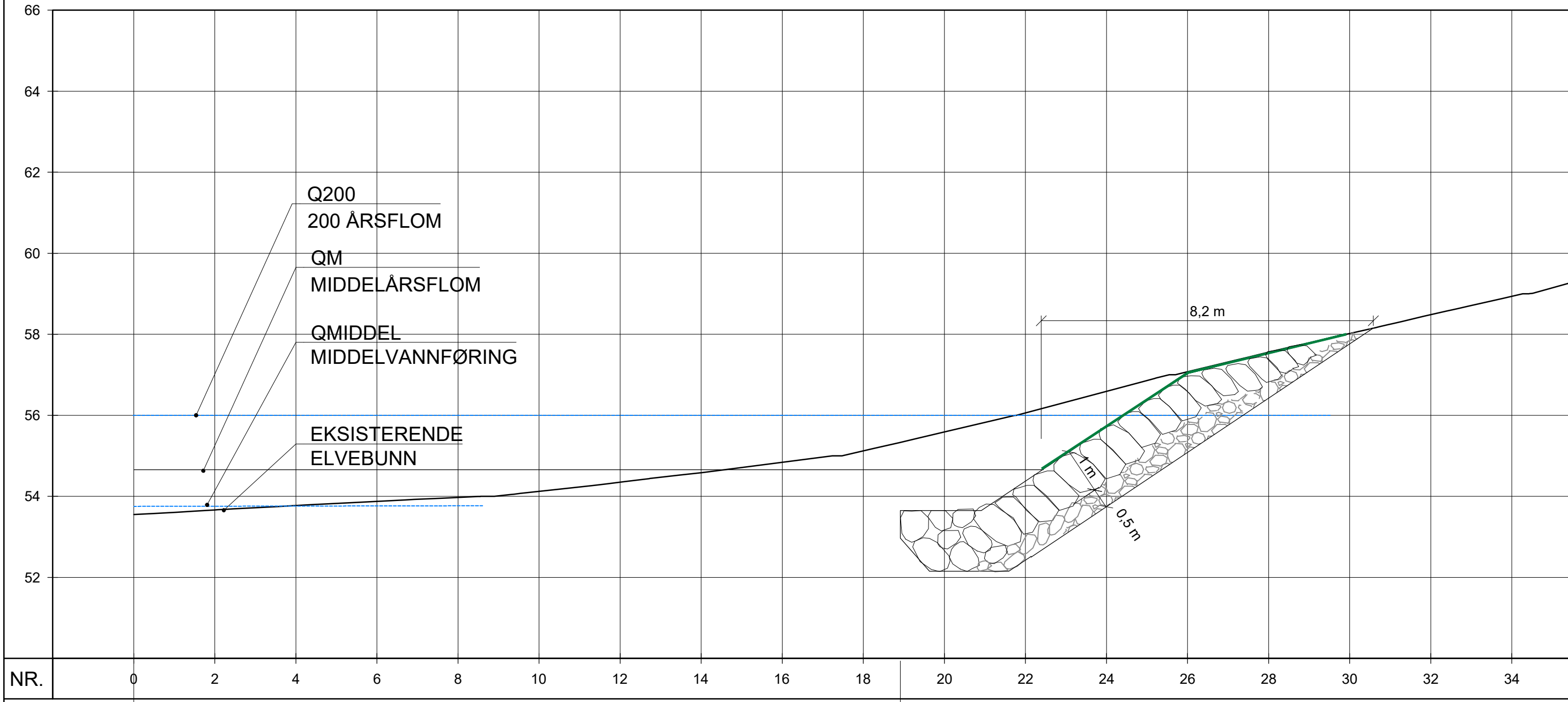
Alignment - (2)



Alignment - (3)



Alignment - (4)



Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato	
SOGN HANDELSPARK			Målestokk 1:100		06.10.2023 Format A1		
			PRINSIPP EROSJONSSIKRING MUR FLYTTET TIL FORMÅLSGRENSEN SNITT				
SWECO  SWECO Norge AS			Disiplin:	Løpenummer:		Status:	Rev:
			B	2002		X	00