

4. FUNDAMENTER OG SOKLER

Definition

Fundamentet er den nederste, bærende del af en konstruktion. Fundamentets opgave er at overføre lasten fra konstruktionen til jorden. Fundamenter kan udføres som sribefundering, punktfundering eller pælefundering. Fundamenterne skal først og fremmest føres så langt ned, at de kommer til at hvile på bæredygtige lag; eventuelt må bæreevnen opnås ved hjælp af pæle. I visse tilfælde kan det være nødvendigt at udskifte jorden under bygningen, fx med en sandpude.

Soklen er den betegnelse, som bruges om den del af fundamentet, som ligger over terræn.

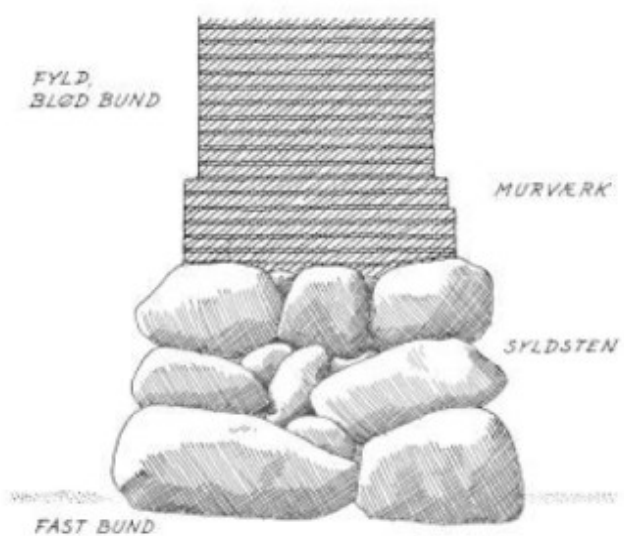
Fundamenter

Syldsten: Oprindeligt blev fundamenter udført meget simpelt ved at udlægge syldsten (natursten) i en gravet rende i et nogenlunde jævnt lag direkte på bæredygtig jord. Herpå blev der eventuelt anbragt en fodrem og i sjældnere tilfælde i sidste halvdel af 1800-tallet også en fugtspærre, inden huset blev rejst. Fugtspærren kunne fx være en tynd bitumen eller en skiferplade.

Huse funderet på syldsten vil normalt bevæge sig lidt under påvirkning af vandindhold i jorden og frost.

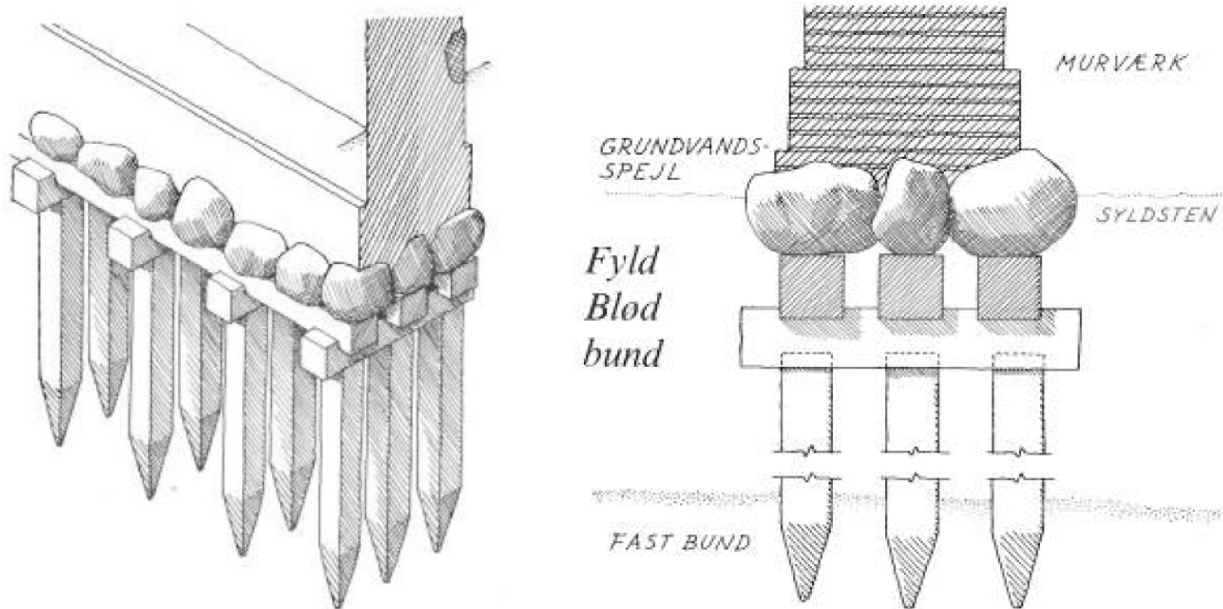
Linjefundamenter (sribefundamenter) på fast bund er som oftest blot en bredere udgave af væggen ovenover og udført af samme materiale – dvs. murværk (eventuelt murværk og natursten) eller beton, se figur 4.3.

Fundamenter har altid været ført til fast bund og med undersiden til under frostfri dybde.



Figur 4.1. Tværsnit i stenfundament ført til fast bund (Information om bygningsbevaring, Planstyrelsen). Det murede fundament kan også være udført direkte på den bæredygtige afrettede jord.

Slyngværker og pælefundering: Hvis jordbunden ikke var helt fast, er linjefundamenters bredde tidligere blot øget ved hjælp af en underliggende trækonstruktion af tømmer, lagt i en eller flere retninger og afsluttet med et plankedæk, hvorpå væggen er opført og aftrappet i bredde (slyngværksfundering). Trædelene skal altid være dækket af vand for at undgå svampeangreb.



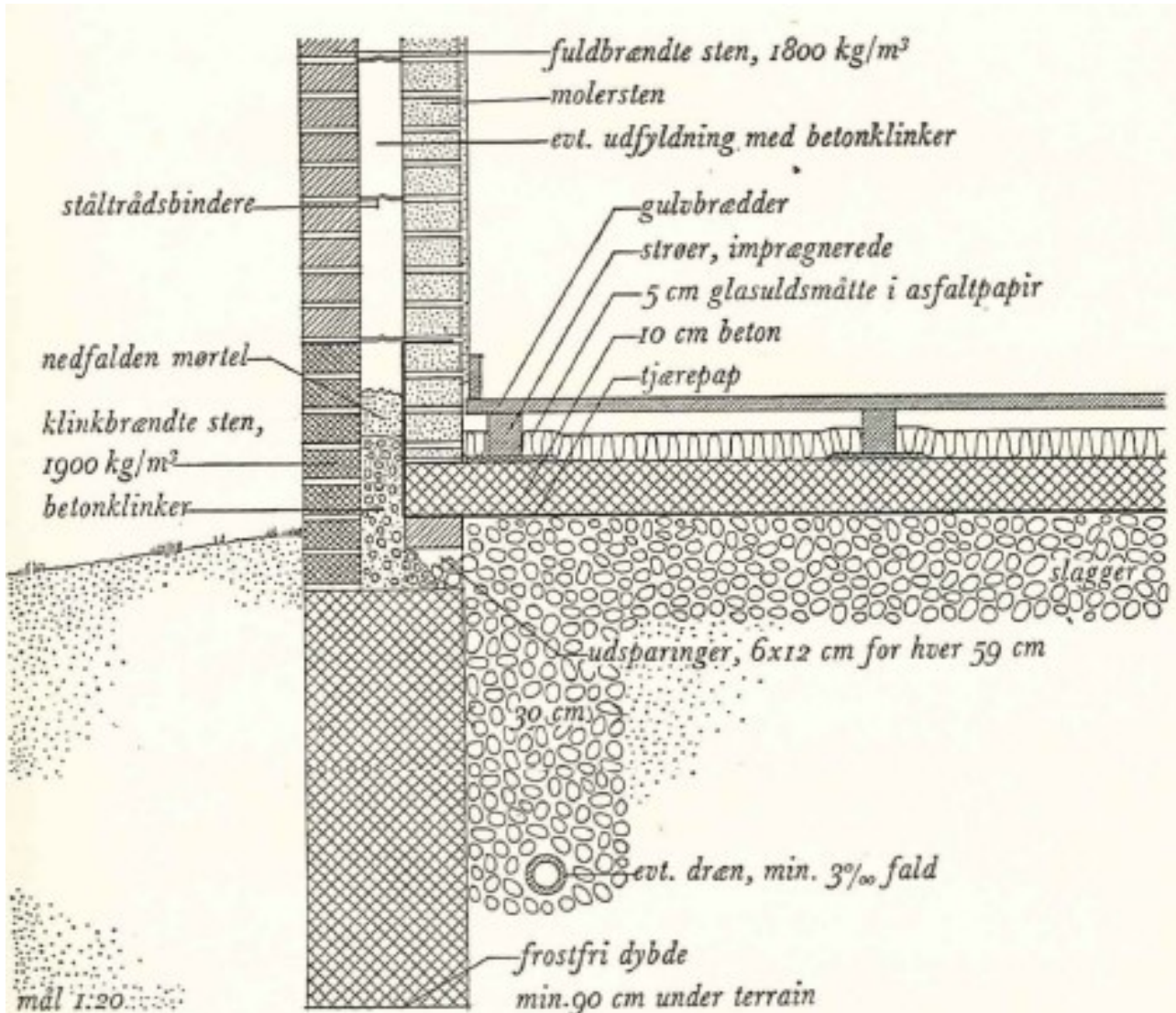
Figur 4.2. Tværsnit i pæleværk - pælene er ført til fast bund (Information om bygningsbevaring, Planstyrelsen).

Hvor bæredygtig bund ligger meget dybt, kan der være pælefunderet med træpæle, der blev rammet ned og foroven forsynet med en trækonstruktion (i lighed med slyngværker).

Tømmerkonstruktionen tjener både i slyngværker og ved pælefundering som underlag for murværket. Fundering på pæle (beton/stål) er også anvendt i nyere huse, hvor jordbundsforholdene nødvendiggør det. Ved pælefundering kan der også være tale om selv bærende fundamentsbjælker og dækkonstruktioner.

Fundamenter af fundamentsblokke blev især anvendt tidligere og da primært til enfamilieshuse, sommerhuse og andre mindre bygninger.

Ved huse med punktfundamenter og lignende afgrænses kryberummet ofte af nedgravede eternitplader. Plader skal være tætte og gravet ned til mindst 600 mm for at opfylde kravene til rottesikring. Der gælder de almindelige regler vedrørende ventilation af krybekælderen.



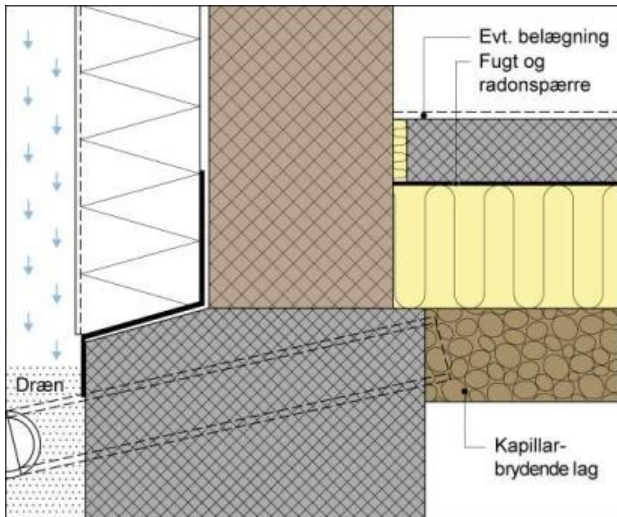
Figur 4.3. Betonfundament ført til frostfri dybde og afsluttet under jord. Sokkel er opmuret i klinkbrændte sten – det samme er nødvendigt i dag, hvis tegl skal være i kontakt med jord. Bemærk, at der er fald på terrænet væk fra huset. (SBI-anvisning 7, Fugt og isolering, Becher og Korsgaard, 1951)

Nyere linjefundamenter (stribefundamenter) er normalt udført af beton eller af fundamentsblokke. I sin simpleste (og ældste) udformning kan fundamentet blot være støbt i en rende udgravet i jorden.

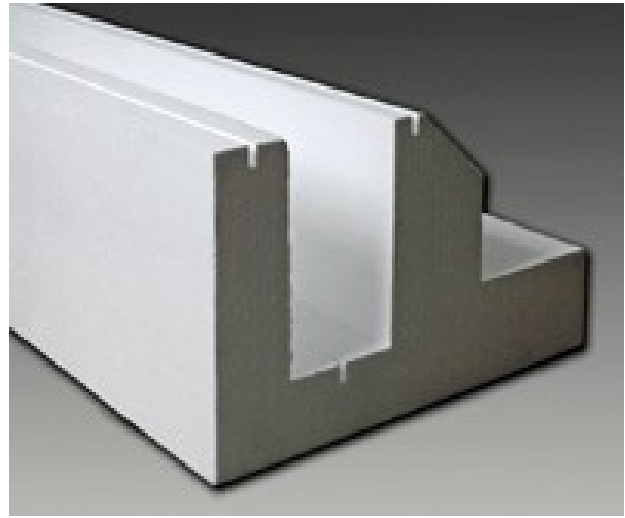
Nyere betonfundamenter er normalt støbt i forskalling og eller udført af fundamentsblokke.

I de seneste år er der kommet en type fundering, som ikke føres til normal frostfri dybde, men hvor der støbes i en form af isolering, hvis forside efterfølgende knækkes af og anbringes vandret ud fra

fundamentet, se figur 4.5. Derved kan funderingsdybden reduceres, men der skal stadig rottesikres til 600 mm under terræn.



Figur 4.4. Fundamentsklods under kældervæg (SBI)



Figur 4.5. Polystyrenblok til udstøbning af fundament til frostfri dybde, som er reduceret i forhold til normalt.

Sokkel

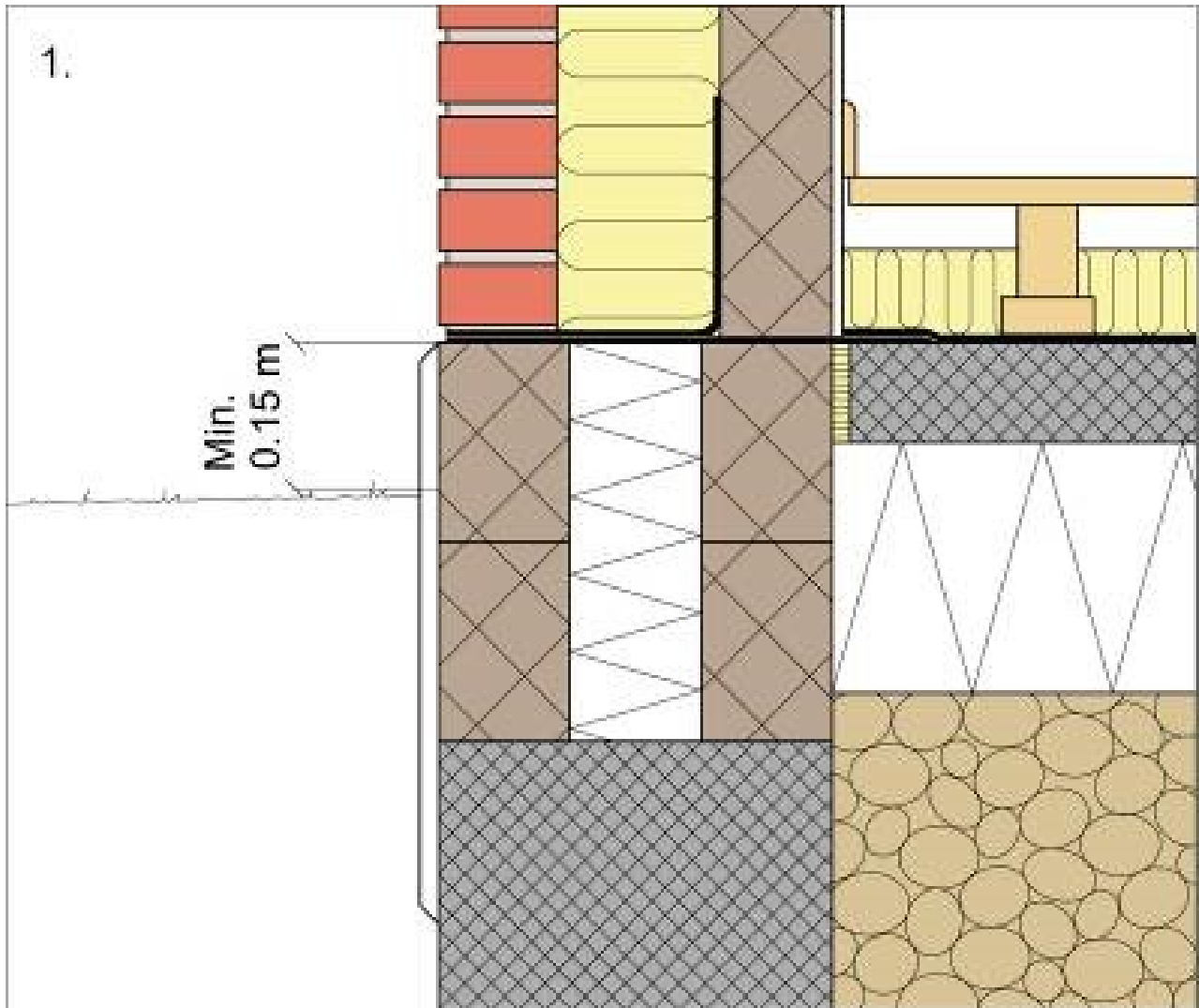
Soklen bliver normalt pudset og pudsen ført et stykke under jordoverfladen. Sockelpuds er et offerlag, som beskytter betonen, men har ingen konstruktiv betydning.

Sokkelhøjden bør være mindst 150 mm.

Der udføres stadig delvist murede fundamenter/sokler af æstetiske årsager. I så fald skal der anvendes særlige hårdtbrændte (klinkbrændte) sten.

Omkring lavtsiddende kældervinduer er der ofte en lyskasse; oftest i beton støbt samtidig med fundament eller påstøbt senere. I dag udføres mange lyskasser som elementer, der fastgøres til kælderydervæggen. Hvis lyskasser er placeret i offentligt areal, bør de være sikrede, fx afdækket med riste til sikring mod personskader.

Vandret overside af fundamenter påføres en fugtspærre til hindring af opstigende grundfugt i murværk. Efter nugældende regler om undgåelse af kuldebroer skal den øverste del af fundamentet/soklen udføres med blokke med midterisolering, se figur 4.6.



Figur 4.6. Udførelse af fundament/sokkel med letklinkerblok (lecablok) med midterisolering (SBI).

Periode	Tidstypiske konstruktioner	Eksempler på opmærksomhedspunkter
-1850	<p>Syldsten udlagt på jorden (i en gravet rende med fast bund).</p> <p>Der er sjældent brugt egentlig mørtel mellem stenene (oprindeligt), men fx en lermørtel.</p>	<p>Der er sjældent udlagt fugtisolering mellem syldsten og væggen ovenover, hvilket kan resultere i opstigende grundfugt.</p> <p>Da syldstenene ikke er ført til frostfri dybde, vil der være bevægelser i bygningen, fx som følge af frosthævninger, hvilket kan medføre revnedannelse.</p>
1800-1920	<p>Grundmurede huse.</p> <p>Fundamenter udført af (hårdtbrændte) sten.</p> <p>Fugtisolering er først anvendt fra slutningen af 1800-tallet.</p>	<p>Fundamentet er undertiden muret i kalkmørtel, og det kan medføre problemer med opstigende grundfugt.</p> <p>Findes der fugtisolering i huse fra denne periode, er det et lag bitumen eller tjære eller eventuelt skifer, anbragt 3-4 skifter over terræn.</p>
1889	<p>Københavns byggelov med senere afsmitning til Frederiksberg og købstæderne.</p>	<p>Der blev indført krav om, at anbringelse af fugtisolierende lag mellem fundament og ydervæg skulle gælde for alle vægge i kælder eller nederste etage. I kælderydervægge blev der yderligere krævet et fugtisolierende lag ved overgang til terræn og hertil også en lodret fugtisolering mellem disse to vandrette lag.</p>
1900-2000	<p>Fundamenter i støbt beton.</p>	<p>Støbte fundamenter har oprindeligt ofte været udført ved at udstøbe i en rende, gravet til fast bund. Støbning mod jord, men med forskalling ved den del, der er over terræn, anvendes stadig, dog i mindre omfang.</p> <p>Fundamenter støbt mod jord er som regel af en mindre god beton og samtidig ofte opblandet med lidt jord, og det gør, at de ikke er særligt stærke eller tætte mod vand.</p> <p>I 1950'erne blev der indført isolering med letklinkerbeton mod soklen for at bryde kuldebroen.</p>
1951 & 1961	<p>Frostsikker dybde.</p>	<p>Frostsikker dybde blev i SBI-anvisning 7, Fugt og boliger, 1951 anført som 90 cm.</p> <p>I BR61 anføres:</p> <p><i>"Fundamenter skal være gennemgående og udføres med plan underside. Fundamenter skal føres til frostfri dybde. Dette gælder også for gennemgående understøtninger for ydervægge i forbindelse med pælefundering. Hvis ikke særlige jordbundsforhold eller klimatiske forhold begrunder en større dybde, kan 90 cm under færdigt terræn anses for frostfri dybde.</i></p>

		<i>Fundamenter skal indtil 15 cm over terræn og 10 cm over terrasser og lign. være udført af frostbestandigt materiale”.</i>
1980 -2008	Fundamenter i beton (eller blokke) med den øverste del udført med lecablokke, for at bryde kuldebroen.	Fundamenter udført i fundamentsblokke kan få revner mellem blokkene, især hvis blokkene ikke er sat i forbandt.
2008-	Ved terrændæk og krybekældre skal der anvendes bloksten med midterisolering for at opfylde energikravene (linjetab).	Kravet om midterisolering skyldes ønsket om at reducere linjetabene.

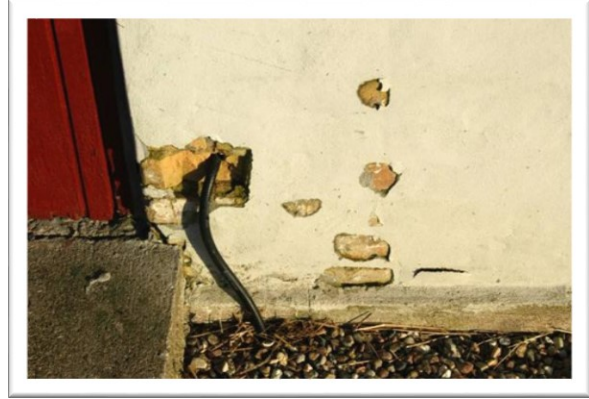
Eksempler på opmærksomhedspunkter	Hvad kan give problemer og med hvilke konsekvenser
<i>Revner i sokkel</i>	<p>Revner i sokkel/fundament kan skyldes sætninger, hvilket især er sandsynligt, hvis revner forløber videre op gennem ydervægge.</p> <p>Revner opstår også ofte som svindrevner (udtørring), samtidig med at fundamenter ikke er armerede.</p> <p>De mest almindelige skader i fundamenter er svindrevner og sætningsrevner. Svindrevner kommer oftest umiddelbart efter, at huset er opført (når betonen udtørres), og sætningsrevner opstår på grund af ikke bæredygtigt underlag/blød bund. Mange mindre sætningsrevner i ældre ejendomme kan skyldes dårligt fundamentsmateriale, fundering i mindre dybde end 90 cm eller manglende oprensning af fundamentsrender. Revner skal derfor vurderes ud fra lokalitet, bygningsalder og bygningstradition. Sætningsrevner i nyere huse skal vurderes alvorligere end i ældre huse, bl.a. ud fra kendskabet til sætningers forløb over tid.</p> <p>Revners bredde, dybde og længde kan indikere årsagen til revnerne, mens udførte reparationer af revner kan afdække, om revnerne er i ro eller om de er aktive eller forsøgt camoufleret. Her skal dog sammenholdes med andre observationer af ydervæggen, eventuelle revner, deformationer i bjælkelag/terrændæk, skæve gulve, revner i indvendige vægge, husets alder m.m. Så det er helhedsbilledet, der afgør, om et sætningsproblem er blevet camoufleret.</p>
<i>Revner i sokkelpuds</i>	Revner i sokkelpuds skyldes ofte svindrevner i materialer efter hurtig udtørring eller dårligt udført pudsearbejde, se figur EX 4.1. Der vil ofte være en revne mellem et eksisterende hus og en tilbygning, fordi tilbygningen sætter sig i forhold til det eksisterende hus (en såkaldt differenssætning eller decideret forskydning), som allerede har sat sig, inden tilbygningen blev udført.
<i>Afskalning af puds</i>	Afskalning af puds kan eventuelt være forårsaget af det bagved liggende materiale – om muligt klarlægges årsagen. I nogle tilfælde er forholdet kun af æstetisk betydning.
	Fugtskjolder nederst på ydervæggen kan skyldes manglende eller fejlagtigt udført fugtspærre, se figur EX 4.2 og EX 4.3.

Eksempler på opmærksomhedspunkter	Hvad kan give problemer og med hvilke konsekvenser
<i>Sokkelhøjde</i>	Krav til sokkelhøjden er i dag 150 mm, men kravet har i en periode (iht. BR61 og BR66) været 100 mm for sokler på terrasser og lign.). For lav sokkelhøjde kan give risiko for fugtindtrængning, opfugtning og nedbrydning af ydervæggen (især for træhuse er tilstrækkelig sokkelhøjde vigtig), se figur EX 4.7.
<i>Terrænfald</i>	Terrænet skal have fald på 1:40 (1:50 for terræn med faste belægninger) væk fra huset. Kravet om terrænfald er gammelt og blev i 1970'erne suppleret med, at området med fald skal gå 3 m ud fra huset (SBI's fugtpecer og senere fugtanvisninger).
<i>Terrænforhold</i>	Opfyldning af jord eller udførelse af terrasser kan undertiden medføre, at der ligger jord over fugtspærren mellem fundament og ydervæg, hvilket kan give fugtskader på konstruktionerne over terræn, se figur EX 4.5 og 4.8.
<i>Trapper</i>	Der skal være værn ved udvendige trapper til hindring af personskade. I forbindelse med undersøgelse af fundamenter, sokler og terrændæk bør den bygningsagkyndige være særligt opmærksom på trapper, som kan være påståbt bygningens sokkel uden tilstrækkelig fundering, samt frostskafer og utætheder i trappen.
<i>Lyskasser</i>	Lyskasser kan mangle tæthed. Især er der ofte problemer med, at påståbte lyskasser knækker af (revner mod huset). Lyskassen skal være afdækket, hvis den er placeret i offentligt areal, fx fortov, for at undgå personrisiko. Er der afløb i bunden af lyskasser og kælderskakte, skal de være i funktionsdygtig stand (og friholdte). I nogle ældre huse er der ikke afløb i kælderskakter, men faskine.
<i>Slagger</i>	Slagger anvendt som kapillarbrydende lag kan forårsage skader. Der kan være problemer med revner som følge af ekspansion, hvis slaggerne er urensede og bliver våde. Det er dog ikke sikkert, at der opstår revner, idet ikke alle slagger medfører ekspansion ved opfugtning.

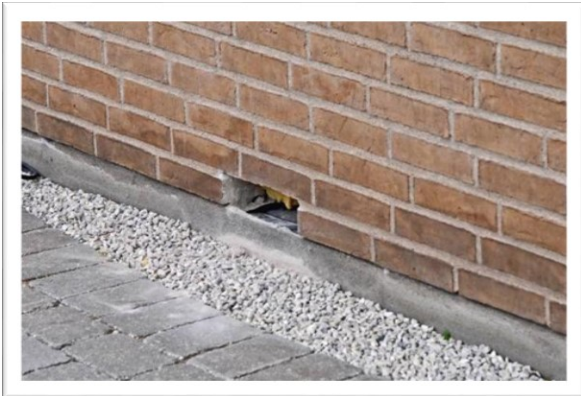
Eksempler på typiske skader og indikationer på udvikling af skader



EX 4.1. Revne i sokkel pga. last fra forvæg. (Foto: Erik Brandt)



EX 4.2. Opfugtning af murværk i ældre bygning pga. manglende fugtspærre. (Foto: Erik Brandt)

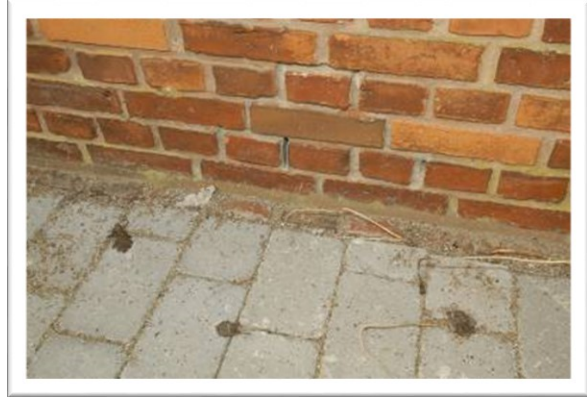


EX 4.3 Opfugtning af murværk, fordi murpappen ikke er ført frem til forkant af sokkel. (Foto: Erik Brandt)





EX 4.4. Fugtopsugning og frostafskalninger ved sokler af murværk. (Foto: Erik Brandt)



EX 4.5. Opfugtning af murværk (og gulv,) fordi terrænet foran huset er hævet op over fugtspærren. (Foto: Erik Brandt)



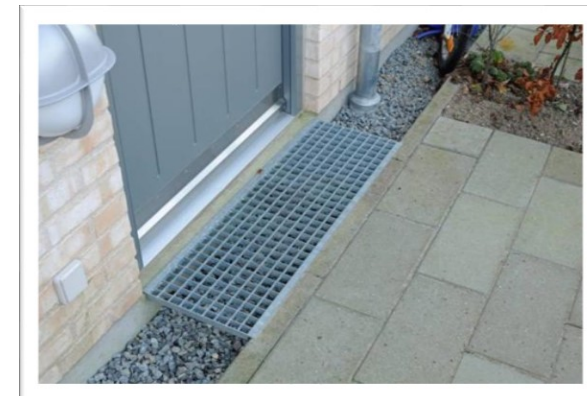
EX 4.6 Når der ikke er niveauforskel mellem dør og terrasse, er tætning under dør meget vanskelig. (Foto: Erik Brandt)



EX 4.7. For lille sokkelhøjde kan give alvorlige skader, især på træværk. (Foto: Erik Brandt)



EX 4.8. Opfyldning af jord langs huset til over fugtspærre – her ved etablering af terrasse – kan betyde, at fugt trækker op i murværket. (Foto: Erik Brandt)



EX 4.9. Niveaufri adgang er her opnået med en "voldgravsløsning" med rist. (Foto: Erik Brandt)