I. megoldás. a) Húzzuk meg a BD átlóval párhuzamos egyenest Q-n és P-n át, és messe ez a CD, ill. AB egyenest F-ben, ill. G-ben.

1985-03-112-1.eps

1. ábra

Ekkor a párhuzamos szelők tétele és a föltevés szerint

$$\frac{CF}{FD}=\frac{CQ}{QB}=\frac{AP}{PD}=k.$$

Ennélfogva ugyanezen tétel megfordítása szerint $PF||AC$, továbbá ugyanígy $QG||AC$. Ezek szerint a $PFQG$ négyszög paralelogramma, és $AG:GB=k$.

Jelöljük az átlók metszéspontját a paralelogrammában K-val, az eredeti trapézban E-vel. ECD és EAB az E centrumra nézve hasonló helyzetű háromszögek, csúcsaik a felsorolás rendjében felelnek meg egymásnak, ennélfogva F és G pontjaik is egymás megfelelői. Ezért az FG átló E-n is átmegy.

Így pedig a PFQ és RES háromszögek K-ra mint centrumra nézve hasonló helyzetűek. Mivel K felezi PQ-t, azért az RS szakaszt is felezi, tehát R és S a PQ egyenesen K-ra nézve szintén szimmetrikus helyzetű pontok, és így $PR=QS$. Ezt kellett bizonyítanunk.

Ha $CD=AB$, akkor P és Q egymás tükörképei E-re, ekkor R és S egybeesik E-vel.

b) Ha P az AD szakasz valamelyik meghosszabbításán van, akkor az AP és PD szakaszok ellentétes irányúak, tehát az $AP:PD=k$ arány értéke negatív lesz. És pedig amint P az A-n túl távolodik, k a 0-tól szigorúan monoton csökken, de nem éri el a (-1)-et, ha pedig D-n túl távolodik P, akkor szigorúan monoton nő, de nem éri el a (-1)-et. Emiatt a föltételezett egyenlőség szerint Q a C-n, ill. B-n túli meghosszabbításon lesz. Megmarad, hogy A és C egymás megfelelői E-re nézve, ugyanúgy B és D is, így pedig bizonyításunk betűről betűre érvényes marad. Ha speciálisan P-t A-ban választjuk, akkor Q a C-ben lesz, ugyanígy egy megfelelő helyzet P,Q-ra D és B, de ilyenkor az állításnak nincs tartalma, mert R és S egyike határozatlan.

II. megoldás. Mindjárt azt látjuk be, hogy az állítás az AD egyenes tetszőleges P pontjára igaz, ha az arányokat előjellel együtt értjük. Láttuk az I. megoldás b) részében, hogy az így vett arány értéke egyértelműen meghatározza az R, illetve S pont helyzetét a PQ egyenesen is, ezért a következő egyenlőséget bizonyítjuk:

$$\frac{PR}{RQ}=\frac{QS}{SP}.$$

1985-03-113-1.eps

2. ábra

Így R és S a PQ szakasz felezőpontjára nézve tükrös pontok, amiből az állítás következik.

1985-03-113-2.eps

3. ábra

Húzzuk meg a párhuzamosokat AB-vel P-n és Q-n át, és jelöljük a szemben levő szárra való metszéspontjukat P_1-gyel, ill. Q_1-gyel, továbbá AC-vel és BD-vel való metszéspontjukat P_2, P_3-mal, ill. Q_2, Q_3-mal (3. ábra).

Az SPP_3 és SQQ_3 hasonló háromszögekből, majd a DPP_3, DAB és a BQQ_3, BCD párokból

$$\frac{SP}{SQ}=\frac{PP_3}{QQ_3}=\frac{AB\cdot\frac{DP}{DA}}{CD\cdot\frac{BQ}{BC}}=\frac{AB}{CD}\cdot\frac{\frac{BC}{BQ}}{\frac{DA}{DP}}=\frac{AB}{CD}\cdot\frac{1+\frac{CQ}{QB}}{1+\frac{AP}{PD}}=\frac{AB}{CD},$$

egyenlő a trapéz párhuzamos oldalainak arányával. E bizonyításban P, Q, A, B, C, D helyére sorra P, Q, C, D, A, B-t írva és a 3-as indexek helyére 2-est, S helyére R-et,

$$\frac{RP}{RQ}=\frac{DC}{AB}=1:\frac{SP}{SQ},$$

és ezt akartuk bizonyítani.

Nem létezik a felhasznált SPP_3 és SQQ_3 háromszög, illetve RPP_2 és RQQ_2, ha a két segédpárhuzamos egybeesik. Ekkor azonban P és Q nyilvánvalóan felezik a szárakat, a föltételbeli arányok közös értéke 1, és az állítás szinte semmitmondó.

Eredményünk így is kimondható : mialatt P az AD száregyenesen halad, és Q a CB egyenesnek az aránypár által meghatározott pontja, az SP/SQ és az RQ/RP arányok értéke közös állandó, nem függ P helyzetének megválasztásától.