

Bevezetés a lágy számítás módszereibe

Nem fuzzy halmaz kimenetű fuzzy
irányítási rendszerek

Egy víztisztító berendezés
szabályozását megvalósító
modell

Viselkedésjósító tervezési példa

Nem fuzzy halmaz kimenet

Sugeno 80-as évek közepe

Előnyök:

1. csökken a számítási igény a modell bonyolultságának csökkenése miatt
2. struktúrája és működése egyszerűbb, mint a Mamdani irányítóké

A szabályok általános alakja:

Ha $x_1 = A_{1,i}, \dots, x_n = A_{n,i}$ akkor $y_i = f_i(x_1, \dots, x_n)$
ahol $x_i, i \in [1, n]$ a bemenő változók, f_i tetsz. n -dimenziós függvény

Írányító típusok

Az f_i függvény bonyolultságától függően:

- f_i konstans (nulladrendű) *Sugeno-írányító*
- f_i a bemenetek lineáris függvénye (elsőrendű) *Sugeno-Takagi-írányító*
- f_i magasabbrendű függvény *Sugeno-Takagi-Kang-írányító*

Irányítók működési elve

A bemenetek fuzzifikálása után a megfigyelés és a szabályok kiértékelésével meghatározható az egyes szabályok w_i illeszkedési mértéke: $w_i = \min_{j=1}^n w_{j,i}$

Ennek alapján meghatározható a következtetés:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^r w_i y_i}{\sum_{i=1}^r w_i} = \frac{\sum_{i=1}^r w_i f_i(x_1, \dots, x_n)}{\sum_{i=1}^r w_i}$$

Nulladrendű Sugeno-irányítók esetén:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^r w_i c_i}{\sum_{i=1}^r w_i}, \text{ ahol } c_i \text{ konstans}$$

Tovább redukálható egydimenziós bemenet esetén, ha a szabálybázis Ruspini-partíciót alkot ($\sum_{i=1}^n A_i = 1$)
Ekkor az illeszkedési mértékek összege 1 lesz, így

$$y = \sum_{i=1}^r w_i c_i$$

Víztisztító berendezés

Sugeno-modell: a szabályok konzekvens részében függvényt használunk

- Egy víztisztítónak tiszta vizet kellett nyerni egy folyó zavaros vizéből.
- A folyóvizet egymás után 3 tartályban kémiai anyagokkal kezelik, szűrik.
 1. tartály: kémiai anyagokkal pl. klór
 2. tartály: kémiai anyagokkal megkötik és üleptik a szennyeződések
 3. tartály: tovább szűrik a vizet

Tartályonként 3-5 órás kezelés.

A maradandó szennyezettség foka függ

- a folyóvíz korábbi szennyezettségi fokától
- az első tartályba kerülő víz T_1 mennyiségétől

Vízisztító berendezés

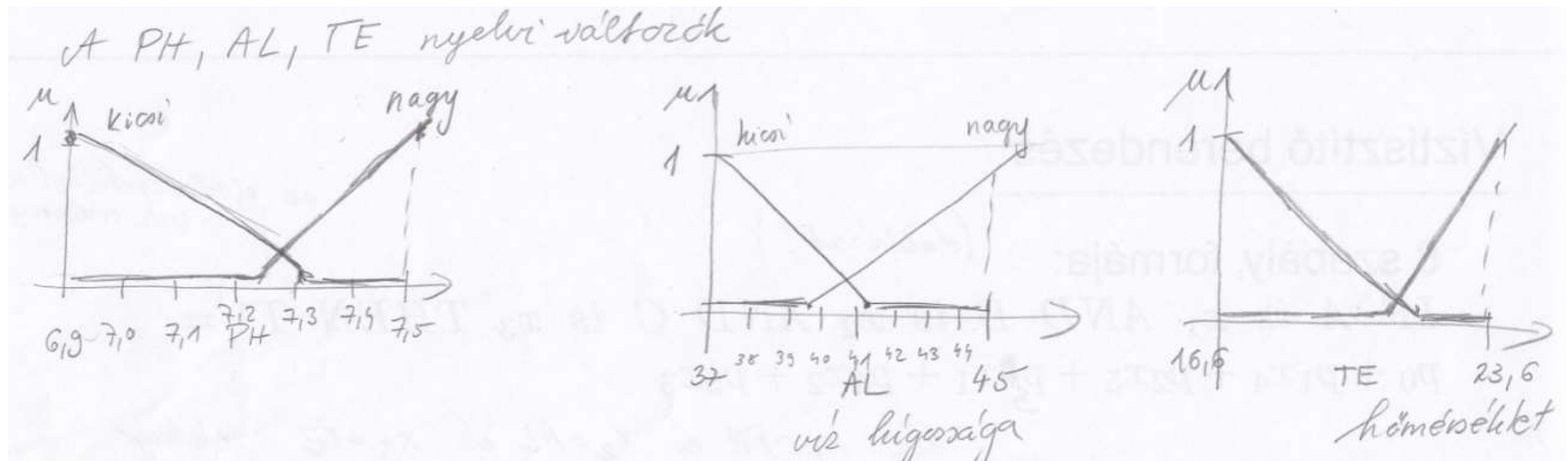
Szabályozó működése: a víz $SZ1$ szennyezettségfokának függvényében meghatározza azt a $T1$ mennyiséget, amelynél a kezelt víz szennyezettségfoka $SZ2$ alatt marad

- A szabályozót mérési adatok elemzésével határozták meg: a víz szennyezettségfoka $SZ1$, $SZ2$ mellett figyelembe vették
 1. a víz lugosságát: AL
 2. ph-értékét: PH
 3. hőmérsékletét: TE

Adatgyűjtésből származó adatok elemzése.

Függvényillesztéssel meghatározták a Sugano-modell keresett paramétereit.

Víztisztító működése – nyelvi változók értékei és hozzájuk tartozó fuzzy halmazok



Vízisztító berendezés

8 szabály, formája:

IF A is x_1 AND B is x_2 AND C is x_3 THEN $T1 = p_0 + p_1x_4 + p_2x_5 + p_3x_1 + p_4x_2 + p_5x_3$

A \longrightarrow *PH*

B \longrightarrow *AL*

C \longrightarrow *TE* input nyelvi változók valamely értékét jelöli.

x_1 \longrightarrow *PH*

x_2 \longrightarrow *AL*

x_3 \longrightarrow *TE*

x_4 \longrightarrow *SZ1*

x_5 \longrightarrow *SZ2* nyelvi változók input adatai.

$p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$ paraméterek a szabály lineáris függvényének együtthatói.

Fuzzy-alkalmazások

SZ1	PH	TE	AL	T1	SZ2
10	7.1	18.8	53	1300	1.0
17	7.0	18.6	50	1300	1.0
22	7.3	19.4	46	1400	2.0
50	7.1	19.5	40	1400	1.0
9	7.3	23.3	48	900	4.0
11	7.1	20.7	50	900	1.0
12	7.2	21.3	50	900	3.0
14	7.2	23.6	53	900	4.0
35	7.0	17.8	35	1200	1.0
20	7.0	16.6	40	1100	1.0
20	6.9	17.8	42	1100	1.0
18	7.1	17.3	40	1100	1.0
12	7.2	18.8	55	900	3.0
8	7.2	18.0	50	1000	1.5
11	7.1	19.2	49	1000	2.0
50	7.0	18.0	37	1200	1.5
35	7.0	17.7	42	1200	1.5
30	7.0	17.3	41	1100	1.5
16	7.1	19.3	42	1100	3.0

A víztisztító tesztadatai

Kicsi

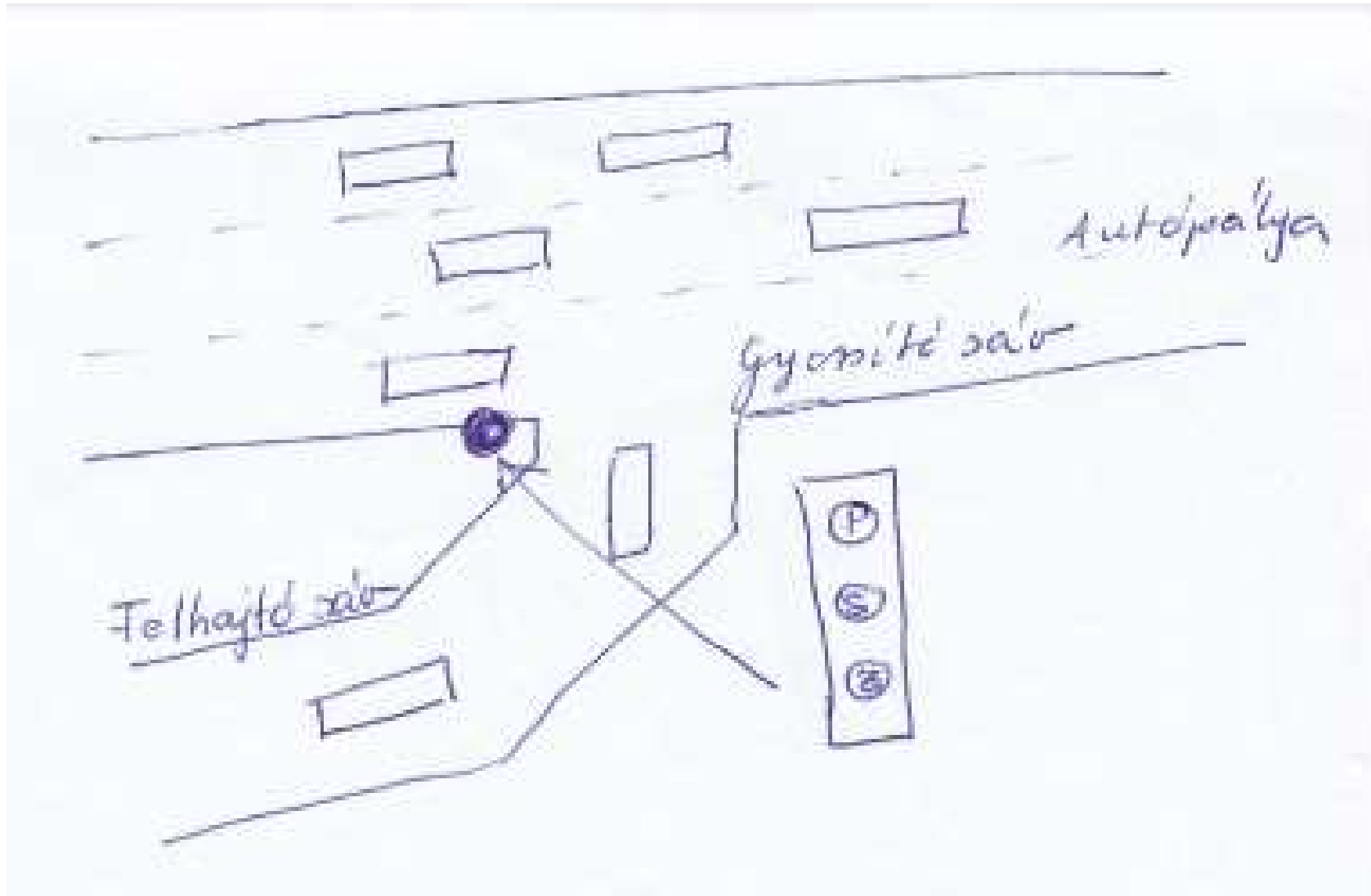
hőmérséklet
szélesség

R _i .	PH	AL	TE	p0	p1	p2	p3	p4	p5
1	K	K	K	8858	2664	-8093	11230	-1147	-2218
2	K	K	N	-7484	124	-427	761	52	-17
3	K	N	K	7270	42	-54	-1368	10	158
4	K	N	N	2202	5	-34	-221	-8	40
5	N	K	K	-13918	3	-6	2110	-3	2
6	N	K	N	770	22	11	64	-8	-9
7	N	N	K	-14819	159	-14	2337	-25	-68
8	N	N	N	-317	-13	-16	29	6	41

nagy

A víztisztító szabálybázisa

Viselkedésjósoló tervezési példához



Viselkedésjósoló tervezési példa

Felhajtó forgalmi lámpával szabályozott gyorsító sávos becsatlakozásának vezérlése

Fuzzy logikával pontosabbá tehető a rendszer:

- a zöld időszakok az autópálya sebességi és sűrűségi adataitól függjenek;
- folyamatosan figyeli a bemeneteket és ezekből határozza meg a megfelelő kimeneti válaszokat

Numerikus bemeneteket vesz figyelembe az érzékelőkről és numerikus adatokkal vezérli a jelzőlámpát.

Két bemenet:

- **sebesség**: a pillanatnyi átlagos sebesség
- **forgalom**: a pillanatnyi átlagos forgalmi sűrűség az autópályán

Viselkedésjósoló tervezési példa

forgalom:

- alacsony - a követési távolság maximális
- közepes - a követési távolság névleges
- erős - a követési távolság minimális

sebesség:

- lassú
- közepes - a sebesség korlátozásnak megfelelő értéken folyik
- nagy - a forgalom meghaladja a sebességkorlátozást

Viselkedésjósító tervezési példa

zöldfény: másodpercekben mért időtartam, amíg a zöld fény világít

- rövid
- közepes
- hosszú

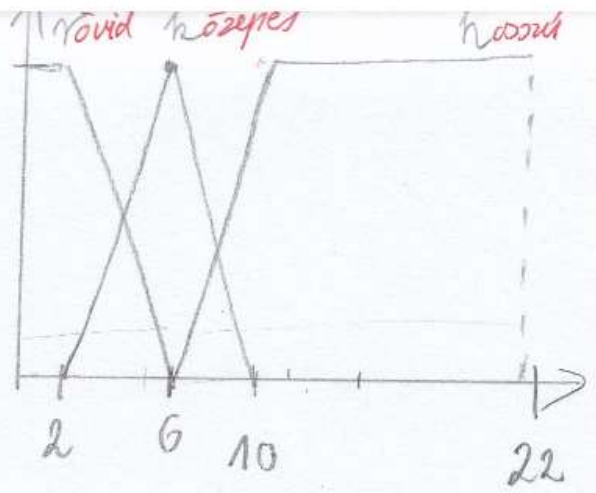
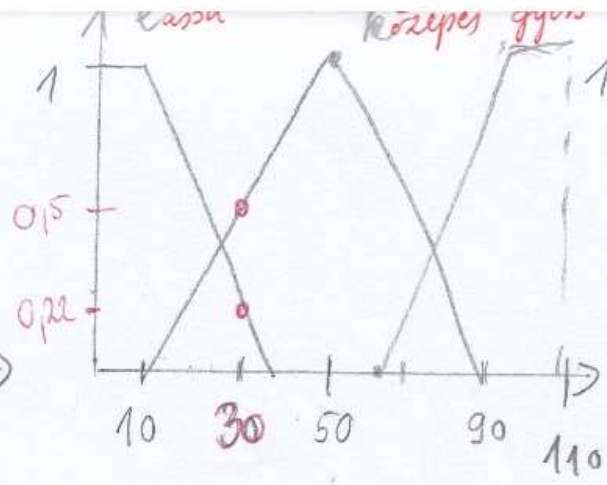
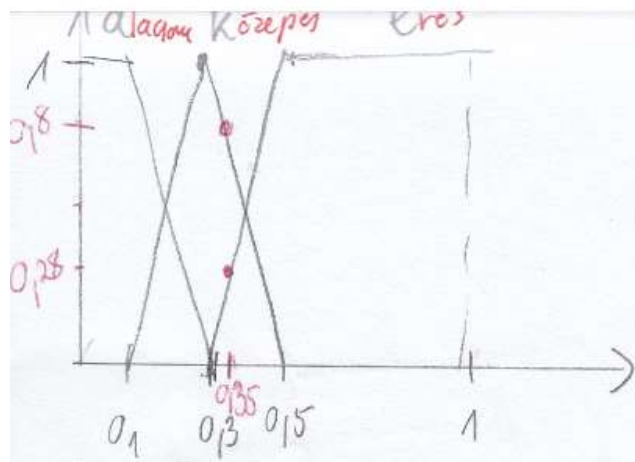
pirosfény: a vörös fény időtartama másodpercekben

- rövid
- közepes
- hosszú

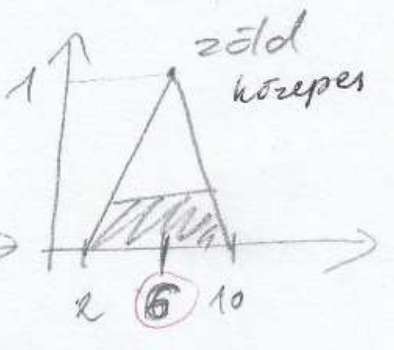
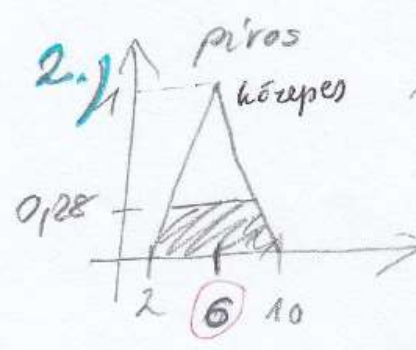
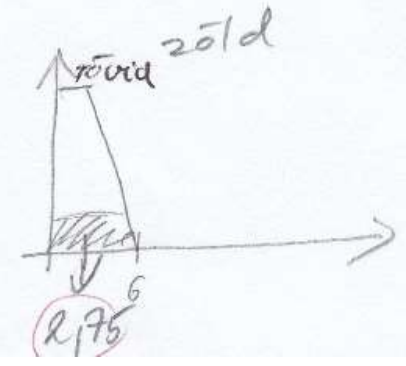
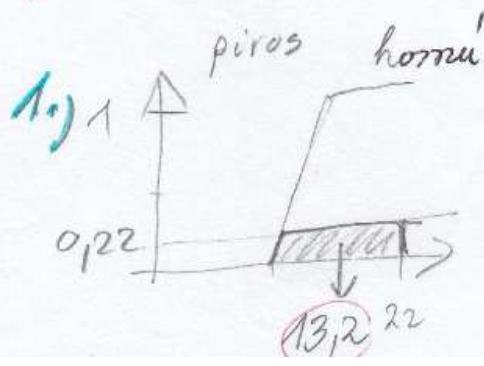
Szabályhalmaz: 9 szabály megadása

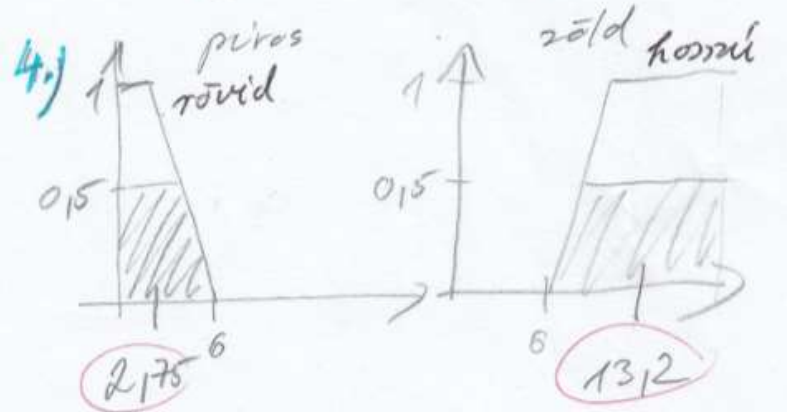
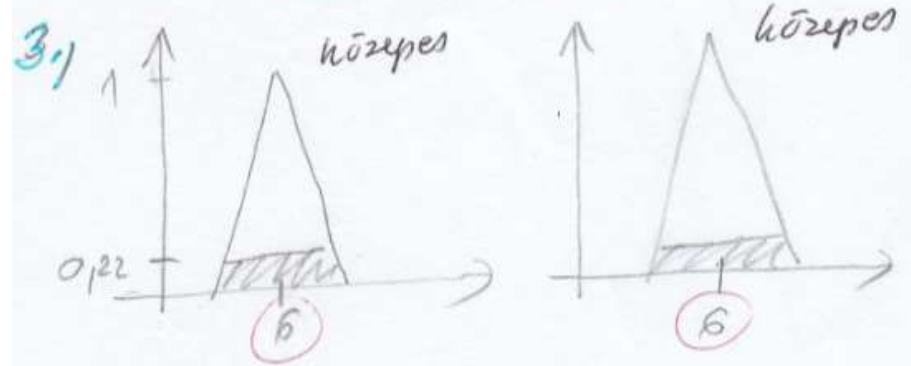
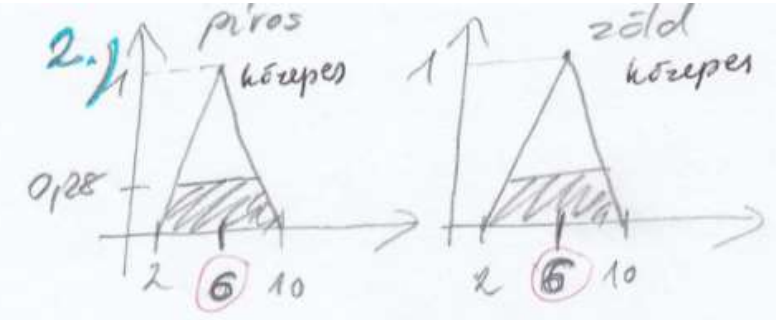
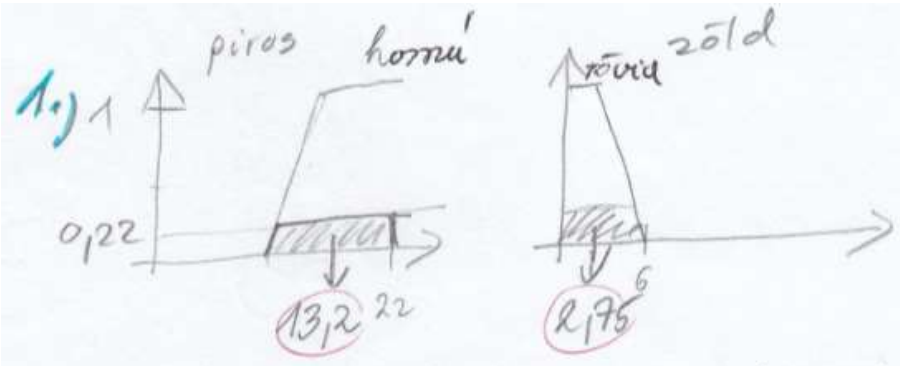
9 szabály felírása

1. Ha (a FORGALOM erős és a SEBESSÉG lassú) akkor (a PIROSFÉNY hosszú, a ZÖLDFÉNY rövid)
2. Ha (a FORGALOM erős és a SEBESSÉG közepes) akkor (a PIROSFÉNY közepes, a ZÖLDFÉNY közepes)
3. Ha (a FORGALOM erős és a SEBESSÉG nagy) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY közepes)
4. Ha (a FORGALOM közepes és a SEBESSÉG lassú) akkor (a PIROSFÉNY közepes, a ZÖLDFÉNY közepes)
5. Ha (a FORGALOM közepes és a SEBESSÉG közepes) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY hosszú)
6. Ha (a FORGALOM közepes és a SEBESSÉG nagy) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY hosszú)
7. Ha (a FORGALOM alacsony és a SEBESSÉG lassú) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY hosszú)
8. Ha (a FORGALOM alacsony és a SEBESSÉG közepes) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY hosszú)
9. Ha (a FORGALOM alacsony és a SEBESSÉG nagy) akkor (a PIROSFÉNY rövid, a ZÖLDFÉNY hosszú)



- 1.) $\mu_{\text{erős}}(0,35) = 0,28$ és $\mu_{\text{lassú}}(30) = 0,22 \Rightarrow \mu_{\text{hosszú}}(p) = \mu_{\text{rövid}}(z) = 0,22$
- 2.) $\mu_{\text{erős}}(0,35) = 0,28$ és $\mu_{\text{közepes}}(30) = 0,15 \Rightarrow \mu_{\text{közepes}}(p) = \mu_{\text{közepes}}(z) = 0,28$
- 4.) $\mu_{\text{közepes}}(0,35) = 0,8$ és $\mu_{\text{lassú}}(30) = 0,22 \Rightarrow \mu_{\text{közepes}}(p) = \mu_{\text{közepes}}(z) = 0,22$
- 5.) $\mu_{\text{közepes}}(0,35) = 0,8$ és $\mu_{\text{közepes}}(30) = 0,15 \Rightarrow \mu_{\text{rövid}}(p) = \mu_{\text{hosszú}}(z) = 0,15$





A súlyozott átlag módszer szerint ezeket a súlyokat kombináljuk.

Itt végső kimeneti értékek:

$$t_{\text{piros fény}} = \frac{13,2 \cdot 0,22 + 6 \cdot 0,28 + 6 \cdot 0,22 + 2,75 \cdot 0,5}{0,22 + 0,28 + 0,22 + 0,5} = 5,96 \text{ s lez}$$

$$t_{\text{zöld fény}} = \frac{2,75 \cdot 0,22 + 6 \cdot 0,28 + 6 \cdot 0,22 + 13,2 \cdot 0,5}{0,22 + 0,28 + 0,22 + 0,5} = 7,46 \text{ s lez}$$

Gyakorló feladat

Ha egy mosógépet fuzzy logikával szeretnénk működtetni, hogyan valósítaná meg a rendszer irányítását?

Figyelembe kívánjuk venni:

- a tisztítandó ruha tömegét (nyelvi változó: tömeg, értékei: kevés (0-4 kg), sok (2-6 kg)),
- a szennyezettségét (nyelvi változó: piszkos, értékei: kevésbé (0-5), közepes (2,5-7,5), nagyon (5-10), 0-10 intervallumon mérjük a szennyezettség mértékét.

A működéshez meg kell határozni:

- a víz mennyiségét (mennyiség: kevés (0-6 liter), sok (4-10 liter))
- a tisztítószer mennyiségét (keves (0-6 dkg), sok (3-9 dkg)).

Írja fel a rendszer logikus működéséhez szükséges szabályokat!

Mutassa be részletesen milyen lépések és elvek valósítják meg a működést, ha 4 kg 8 szennyezettségi mértékű ruhát kell kimosatnunk!

Számolja ki mennyi mosószerre és vízre van szükség! Rajzoljon is!